UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

MARCOS VINICIUS DE ANDRADE LIMA

MCD-TV: facilitando o aprendizado na TV Digital Interativa com aplicação do objeto de aprendizagem OBA-MC e recomendação de programação televisiva

MOSSORÓ – RN

2014

MARCOS VINICIUS DE ANDRADE LIMA

MCD-TV: facilitando o aprendizado na TV Digital Interativa com aplicação do objeto de aprendizagem OBA-MC e recomendação de programação televisiva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação – associação ampla entre a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte e a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientadora: Profa. Dra. Carla Katarina de Monteiro Marques – UERN.

Coorientador: Prof. Dr. Rommel Wladimir de Lima – UERN.

MOSSORÓ – RN

2014

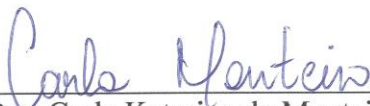
Catalogação da Publicação na Fonte.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

Lima, Marcos Vinicius de Andrade
MCD-TV: facilitando o aprendizado na TV Digital Interativa com aplicação do objeto de aprendizagem OBA-MC e recomendação de programação televisiva. / Marcos Vinicius de Andrade Lima. - Mossoró, RN, 2014.

95 f.
Orientador(a): Profa. Dra. Carla Katarina de Monteiro Marques.

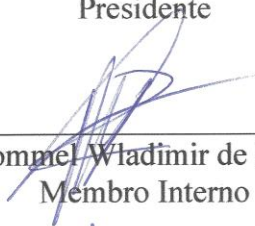
Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

1. TV Digital Interativa. 2. T-Learning. 3. OBA-MC. 4. Serviço de Recomendação. I. Marques, Carla Katarina de Monteiro. II. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. III.Título.

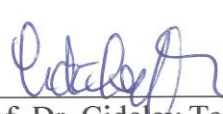
UERN/BC CDD 004

Bibliotecária: Jocelania Marinho Maia de Oliveira CRB 15 / 319

MARCOS VINICIUS DE ANDRADE LIMA

MCD-TV: facilitando o aprendizado na TV Digital Interativa com aplicação do objeto de aprendizagem OBA-MC e recomendação de programação televisiva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

APROVADA EM: 24/02/2014.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Carla Katarina de Monteiro Marques – UERN
Presidente

Prof. Dr. Rommel Wladimir de Lima – UERN
Membro Interno

Prof. Dr. Carlos Heitor Pereira Liberalino – UERN
Membro Interno

Prof. Dr. Cidcley Teixeira de Souza – IFCE
Membro Externo

Dedico este trabalho a Osvaldo Mesquita, por ter acreditado no sonho e embarcado comigo nesta jornada árdua, mas gratificante, na busca pelo conhecimento e crescimento pessoal em terras potiguares.

AGRADECIMENTOS

A D. Zuila (*in memoriam*), minha mãe, pai, amiga e guerreira, por sempre ter acreditado em mim, até quando eu mesmo não acreditava, fazendo muitos sacrifícios para que eu pudesse sonhar cada vez mais alto;

A minha família, em especial a Sônia, Débora, Zildete e Suiane, pelo mutirão realizado para equipar uma moradia provisória enquanto eu estava longe de casa. Vocês são o máximo!

A Professora Dra. Carla Katarina Marques, minha orientadora, e ao Professor Dr. Rommel Wladimir de Lima, meu coorientador, pelo apoio, paciência, direcionamento e confiança em todas as fases da pesquisa. Sem vocês eu não chegaria tão longe.

A equipe do Núcleo de Acessibilidade Virtual do IFCE, em especial Agebson, Adonias, Chico, Lívio, Mariana e Phyllipe, por sempre terem me incentivado a trilhar novos caminhos, comemorando com muita festa cada conquista.

Aos professores do PPgCC UERN/UFERSA, pelo compartilhamento de conhecimento, incentivo e amizade. Com certeza meu horizonte se expandiu com tudo que foi dito em cada momento ao longo destes dois anos.

A professora Dra. Angélica Félix de Castro, que vibra demais com cada vitória de seus alunos do mestrado, transformando-se em uma verdadeira tiete. São atitudes assim que renovam as forças e dão novo ânimo para enfrentar os momentos difíceis da pós-graduação.

A Rosita Rodrigues, secretária do PPgCC-UERN, que ao longo destes dois anos cuidou de mim como a um filho. Muito obrigado por todo o carinho, cuidado e atenção nas horas em que meu coração estava aflito.

Aos amigos do mestrado, em especial meus companheiros de laboratório, José Osvaldo Mesquita Chaves e Karl Hansmuller Alelaf Ferreira, pelo compartilhamento de conhecimento, parceria e suporte durante a realização da pesquisa. Vocês são mais que irmãos!

Aos professores doutores Carlos Heitor Pereira Liberalino e Cidcley Teixeira de Souza, pelas valiosas considerações dadas durante a defesa.

A CAPES e FAPERN, que viabilizaram a realização deste trabalho por meio da concessão de bolsa e compra de equipamento, respectivamente.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação. Muitíssimo obrigado!

“*O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada.*
Caminhando e semeando, no fim terás o que colher” (Cora Coralina)

RESUMO

A educação mediada pela TV no Brasil ganhou força na década de 70, onde programas educativos, inicialmente produzidos pelo MEC, eram vinculados à grade de programação das diversas emissoras, tendo como intuito levar formação e conhecimento à população, alcançando desde grandes centros urbanos a regiões remotas do país. Embora o modelo de programa educativo utilizado ainda seja amplamente empregado e tenha trazido diversos benefícios ao longo do tempo, ele apresenta alguns problemas: inexistência de interatividade; pouca clareza sobre qual nível de aprendizado o aluno deve alcançar em cada conteúdo trabalhado; e dificuldade em relacionar os conteúdos apresentados com a programação oferecida pelas emissoras de TV. Como forma de ajudar a suprimir estas dificuldades, este trabalho apresenta uma aplicação desenvolvida para o ambiente de TV Digital Interativa (TVDi) chamada de Mapas de Conteúdos e Dependência na TV (MCD-TV), que se baseia em teorias pedagógicas consolidadas como Aprendizagem Significativa e Taxonomia de Bloom. Para alcançar seus objetivos, a aplicação faz uso de Objeto de Aprendizagem Mapa de Conteúdos (OBA-MC) e de mecanismo de recomendação de programação televisiva relacionada para ampliar o universo de aprendizado. Diante dos resultados alcançados, considera-se que a Tecnologia da Informação e Comunicação, mais especificamente o desenvolvimento de aplicações interativas para TV Digital, oferece um potencial a ser explorado para a melhoria da educação massiva mediada pela TV.

Palavras-Chave: TV Digital Interativa. T-Learning. OBA-MC. Serviço de Recomendação.

ABSTRACT

The TV-mediated education in Brazil gained momentum in the 70s, where educational programs originally produced by MEC, were bound the program schedule of the various stations, with the intent to take training and knowledge to the population, increasing from large urban centers to remote regions of the country. Although the educational program model used is still widely used and had brought many benefits over time, it presents some problems: lack of interactivity; little clarity about which level of learning the student must achieve in each content worked, and difficulty in relating the contents with the programming offered by the TV broadcasters. As a way to help suppress these difficulties, this work presents an application developed for the environment Interactive Digital TV (iDTV) called Maps of Content and Dependency on TV (MCD-TV), which is based on consolidated pedagogical theories as Meaningful Learning and Bloom's Taxonomy. To achieve its objectives, the application makes use of Learning Object Content Map (OBA-MC) and recommendation related television programming mechanism to expand the universe of learning. Given the achievements, it is considered that the Information Technology and Communication, specifically the development of interactive applications for Digital TV offers a potential to be exploited for the improvement of mass education mediated by television.

Keywords: Interactive Digital TV. T-Learning. OBA-MC. Recommendation Service.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
API	*Application Programming Interface*
ATSC	*Advanced Television Systems Committee*
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
CC	*Common Core*
DA	Diagrama de Atividades
DC	Diagrama de Componentes
DCU	Diagrama de Casos de Uso
DS	Diagrama de Sequência
DVB	*Digital Video Broadcasting*
EAD	Educação a Distância
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
ECUs	Especificações dos Casos de Uso
EBC	Empresa Brasil de Comunicação
EIT	*Event Information Table*
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EPG	*Electronic Program Guide*
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEEE	*Institute of Electrical and Eletronics Engineers*
IEL	Instituto Euvaldo Lodi
ISDB-T	*Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial*
LOM	*Learning Object Metadata*
MC	Mapa de Conteúdos
MCD-TV	Mapas de Conteúdos e Dependências na TV
MD	Mapa de Dependências
Moodle	*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*
OA	Objeto de Aprendizagem
OBA-MC	Objeto de Aprendizagem Mapa de Conteúdos
OE	Objetivo Educacional
pEPG	*personalized Electronic Program Guide*

PHP	*Hypertext Preprocessor*, originalmente *Personal Home Page*
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PVR	*Personal Video Recorder*
ROA	Repositório de Objeto de Aprendizagem
SBTVD-T	Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre
SCO	*Shareable Content Object*
SCORM	*Shareable Content Object Reference Model*
SI	*Service Information*
SMTVI	Serviço Multiplataforma de TV Interativa
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TVDi	Televisão Digital Interativa
UML	*Unified Modeling Language*
W3C	*World Wide Web Consortium*
WS	*Web Service*
WWW	*World Wide Web*
XML	*eXtensible Markup Language*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O início do século XXI foi marcado pela consolidação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), onde seu principal agente, a Internet, trouxe profundas transformações na sociedade por meio da interconexão de computadores pessoais a nível mundial, modificando a vida das pessoas em todos os níveis, quer seja no trabalho, na educação, no entretenimento, nas relações interpessoais e na economia (SILVA, 2005).

Pelo contexto apresentado, se for focalizada apenas as mudanças ocorridas na educação, observa-se que as diversas transformações tecnológicas impuseram novos ritmos e dimensões à atividade de ensinar e aprender (KENSKI, 2008), beneficiando principalmente a Educação a Distância (EAD), pois de acordo com Moore e Kearsley (2007) ela necessita de tecnologia para que seja possível a interação entre professores e alunos, que podem estar em locais diversos durante o todo ou em grande parte do tempo. A EAD faz uso maciço da tecnologia com o objetivo de incutir aprendizagem a indivíduos fisicamente remotos (SARAIVA, 1996); proporcionando ainda um aumento de oportunidades educacionais para a população de uma forma geral, sendo um meio rápido para democratização do ensino e universalização do conhecimento (LIMA, 2009).

Durante seu amadurecimento, a EAD vivenciou diversos momentos, passando pelo ensino por correspondência, transmissões radiofônicas e televisivas e pela utilização de computadores pessoais (SARAIVA, 1996). Hoje, o que se observa é a utilização de processos multimeios, com a combinação de textos, sons, animações, vídeos, imagens, hipertextos e diferentes instrumentos de aprendizagem com *feedback* imediato (ATAÍDE, 2013).

Os processos multimeios tiram proveito da convergência digital para potencialização dos benefícios oferecidos pela EAD; e sob essa perspectiva existe um grande potencial para pesquisa e desenvolvimento de novas soluções tecnológicas. E, embora muitas pessoas ainda relacionem a EAD com o uso de computadores pessoais, há outras possibilidades promissoras, como a utilização de aplicações educativas e interativas para TV Digital.

É importante observar que quando se fala em aprendizagem por meio da TV Digital, fala-se em *T-Learning* (LYTRAS et al., 2002; ZHAO, 2002; GUPTA, 2003), que é uma especialização do conceito de *E-Learning* (MASIE, 1999). No *T-Learning*, não se separa TV, cultura, informação e entretenimento; sendo necessária, portanto, a criação de estratégias específicas para este ambiente, onde a presença da interatividade, de acordo com Pretto e Ferreira (2006), torna-se imprescindível, pois traz a possibilidade de alunos e professores tornarem-se autores e coautores de conhecimentos significativos.

Pelo exposto é possível perceber que o desenvolvimento de aplicações para EAD no contexto da TV Digital requer um cuidado maior do que aquele normalmente empregado em outros ambientes, como o da *Web*, principalmente por causa das características do uso da TV (a maioria das pessoas utilizam opções simples como trocar de canal e alterar o volume) e do público-alvo (composto por pessoas dos mais diferentes níveis educacionais) que fará uso de tais aplicações.

Deste modo, este trabalho busca experimentar conceitos e aplicar novas ideias, a fim de maximizar a interação e o ensino-aprendizado na modalidade de *T-Learning*, contribuindo para uma área que ainda está em seus primeiros passos no Brasil, por meio do desenvolvimento de uma aplicação interativa denominada Mapas de Conteúdos e Dependências na TV (MCD-TV), que tem como base teorias pedagógicas consolidadas como Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1976) e Taxonomia de Bloom (BLOOM et al., 1977), fazendo uso do Objeto de Aprendizagem Mapa de Conteúdos (OBA-MC) modelado por Silva et al. (2012), além de um mecanismo de recomendação de programação televisiva que visa ampliar o universo de aprendizagem, independentemente da emissora.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com a crescente popularização da TV ao longo do tempo, diversas iniciativas de caráter educativo foram realizadas como forma de levar educação em massa a milhares de pessoas. Entre as iniciativas podem-se citar a criação da TV Cultura, da TV Escola, dos Telecursos, das TVs educativas nos diversos estados, dos inúmeros programas educativos, dentre outras (BLOIS, 1996).

Hoje a TV está presente em mais de 96% do total de domicílios particulares permanentes no Brasil, de acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de

Domicílios (PNAD) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estes dados mostram, portanto, que a TV tem um alcance realmente expressivo, principalmente se comparado com outras tecnologias para EAD, como computadores com acesso à Internet, que de acordo com dados da mesma pesquisa, possuem pouco mais de 36% de presença nos domicílios do país (IBGE, 2011).

É evidente também que diversas melhorias e avanços na tecnologia utilizada pela TV contribuíram para todo este sucesso, como: transmissão de imagens em cores, transmissão do áudio em estéreo, transmissão de segundo programa de áudio, disponibilização de legendas e, por fim, a digitalização do sinal. Este último é responsável por grandes expectativas para melhoria do processo de ensino-aprendizagem, ocasionado principalmente pela inclusão da interatividade.

Diferentemente da TV Analógica, a TV Digital tem como objetivo ser agente de inclusão social e digital, propiciando rede universal de EAD, aprimorando a qualidade de áudio e vídeo das transmissões, entre outras características inovadoras (CASA CIVIL, 2003).

Mas para que este caráter social possa ser concretizado é preciso investimento maciço em pesquisas e desenvolvimento de novas aplicações interativas (para *T-Learning*, Governo Eletrônico, Serviços de Informações, entre outras), contribuindo assim para a democratização do acesso à informação, serviços de utilidade pública, formação e qualificação de jovens e adultos, tanto no Brasil como em outros países que adotaram o padrão nipo-brasileiro de TV Digital (ISDB-Tb), como Argentina, Chile, Paraguai, Uruguai, Japão, entre outros (DTV, 2013).

1.3 PROBLEMÁTICA

De acordo com DTV (2013), até agosto de 2013 o sinal digital estava disponível em 529 cidades brasileiras, sendo a maioria nas regiões sudeste e sul. A meta do Governo é alcançar ou superar a cobertura do sinal analógico até 2018, quando será oferecido apenas o sinal digital, mas a partir de 2015 o processo de desligamento do sistema analógico será iniciado em algumas cidades de acordo com cronograma a ser definido pelo Ministério das Comunicações.

Mas o que se tem observado durante o desenvolvimento desta pesquisa é que mesmo com a migração em andamento para o Sistema Brasileiro de Televisão Digital

Terrestre (SBTVD-T) e a possibilidade de uso da interatividade, os programas educativos, independentemente da emissora de TV, continuam utilizando um formato desatualizado que se baseia no sistema de transmissão analógico, onde: (i) a emissora grava programas/aulas (que são os conteúdos); (ii) os programas/aulas são transmitidos em *broadcasting*; (iii) os telespectadores (alunos) assistem aos programas/aulas; (iv) os alunos adquirem material de apoio para complementação dos conteúdos e resolução de exercícios, que geralmente são disponibilizados em fascículos; (v) existe pouca interação entre o programa e os alunos (normalmente se faz uso apenas de e-mail, cartas e serviços de atendimento por telefone).

Embora o formato de programa educativo apresentado seja amplamente utilizado em diversos programas, como: Telecurso (transmitido pela Rede Globo de Televisão); Preparatório para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) do Projeto Quimeia (transmitido pela TV Mossoró no estado do Rio Grande do Norte) e tele aulas (transmitidas por emissoras educativas); ele apresenta algumas deficiências: (i) inexistência de uma definição clara entre o relacionamento dos conteúdos apresentados, principalmente por que os conteúdos ficam espalhados em vários programas/aulas e fascículos; (ii) dificuldade para o aluno saber exatamente qual Objetivo Educacional (OE) é esperado que ele alcance em cada um dos conteúdos trabalhados pelo apresentador/professor; (iii) o aluno fica geralmente limitado ao programa/aula oferecido por uma única emissora, não existindo nenhum mecanismo capaz de recomendar automaticamente programação extra (oferecida por qualquer emissora) e que tenha alguma relação com os conteúdos abordados, restringindo, portanto, as possibilidades de aprendizado do aluno.

Como uma possível solução para os problemas elencados, este trabalho propõe a utilização da aplicação interativa MCD-TV, que tem como base o uso do pacote OBA-MC (SILVA et al., 2012), responsável por encapsular as saídas das ferramentas MC e MD propostas por Lima (2009); além de oferecer serviço de recomendação de programação televisiva para facilitar o aprendizado em *T-Learning*.

1.4 TRABALHOS RELACIONADOS

Devido à heterogeneidade de tecnologias envolvidas, não foi encontrado nenhum trabalho que abranja a maioria dos pontos relacionados à pesquisa, mas como forma de facilitar o entendimento e apresentar algum relacionamento com outras pesquisas, o

trabalho foi dividido em três pontos principais: i) Objeto de Aprendizagem; ii) Repositório de Objeto de Aprendizagem; iii) TV Digital Interativa.

i) Objeto de Aprendizagem: em Silva et al. (2012) é apresentada a modelagem no padrão *Shareable Content Object Reference Model* (SCORM) de um Objeto de Aprendizagem (OA) chamado OBA-MC, gerado a partir das saídas das ferramentas MC e MD (LIMA, 2009). Entretanto, para o ambiente de TVDi, o uso deste OA não pode ocorrer de forma direta por dois motivos: (i) como os receptores de TVDi utilizam uma grande variedade de tamanho de telas e resoluções, distorções poderiam ocorrer durante a exibição das imagens dos mapas encapsulados no pacote OBA-MC; (ii) os receptores de TVDi possuem memória limitada, e o tamanho de alguns pacotes OBA-MC poderiam ocasionar erro de insuficiência de memória nos equipamentos, visto que eles podem conter muitos *Megabytes*.

   Como forma de solucionar estes problemas, neste trabalho foi desenvolvida a funcionalidade para exibição dos mapas sob demanda, permitindo que os gráficos sejam apresentados de acordo com o tamanho e resolução da tela utilizada, ou seja, os mapas são construídos em tempo real (no pacote OBA-MC os mapas estão disponíveis em arquivos JPEG estáticos). Também foi criada uma camada extra de *software*, entre a aquisição de pacotes OBA-MC e a aplicação para o ambiente de Televisão Digital Interativa (TVDi), com a utilização de *Web Service* (WS) para permitir o mapeamento da estrutura do pacote OBA-MC e seus recursos para um arquivo do tipo *eXtensible Markup Language* (XML), preservando os recursos em repositório local para futuro uso, caso seja necessário. Esta estratégia permite que objetos OBA-MC, independente do tamanho do pacote, sejam manipulados no ambiente de TVDi sem acarretar problemas de insuficiência de memória.

ii) Repositório de Objeto de Aprendizagem: em Silva (2013) é apresentada uma implementação de Repositório de Objeto de Aprendizagem (ROA) feita especificamente para trabalhar com objetos OBA-MC integrado ao *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (Moodle), que é um

Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), gratuito e amplamente difundido na Internet. O problema encontrado foi que este ROA não oferece nenhum tipo de serviço para que outras aplicações (externas ao Moodle) possam recuperar objetos por meio de consultas.

Como solução, foi adicionada uma camada extra de software para oferecer serviços de consulta e aquisição de objetos por meio de um WS, permitindo assim que qualquer aplicação tenha acesso ao ROA.

iii) TV Digital Interativa: no ambiente de TV Digital a aplicação mais comum é conhecida como *Electronic Program Guide* (EPG), que é responsável pela exibição da programação oferecida por cada uma das emissoras. Esta aplicação ainda pode ser estendida para um tipo especial chamado *personalized Electronic Program Guide* (pEPG), onde conteúdos são sugeridos ao telespectador (SMYTH e COTTER, 2001). Basso et al. (2009), descreve que as diversas recomendações podem ser criadas utilizando-se de cinco técnicas, mas que para pEPGs normalmente são utilizadas a filtragem baseada em conteúdo (*content-based filtering*), no qual a recomendação é feita de acordo com as preferências passadas do usuário; e a filtragem colaborativa (*collaborative filtering*), onde a recomendação é feita de acordo com as preferências semelhantes de outras pessoas. Balabanovic e Shoham (1997) propuseram uma técnica de filtragem baseada em conteúdo que faz uso das preferências do usuário para recomendar itens que o sistema julga ser interessantes, mas o telespectador precisa entrar com informações no sistema. Moraes Neto et. al (2010) também utiliza em seu trabalho a filtragem baseada em conteúdos para construção do EPG, mas os conteúdos estão ligados ao perfil do telespectador.

Este trabalho acrescenta a filtragem automática baseada em metadados (*metadata automatic filtering*) para construção do pEPG por meio da utilização das informações disponíveis nos metadados do tipo *Learning Object Metadata* (LOM) (IEEE, 2011) contidos no OBA-MC e na *Event Information Table* (EIT) (ABNT, 2007) disponibilizada pela emissora e sem interação direta do

usuário. Além de definir algumas recomendações de usabilidade para apresentação de mapas de conteúdos e dependências no ambiente de TVDi.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo principal a concepção e desenvolvimento de uma aplicação para plataforma de TV Digital, chamada MCD-TV, que exibe graficamente objetos OBA-MC, modelados no padrão SCORM por Silva et al. (2012), e criados a partir das ferramentas MC e MD, propostas por Lima (2009), relacionando-os ainda à programação disponibilizada pelas emissoras por meio da utilização automática de metadados, a fim de maximizar o processo de ensino-aprendizagem, além de contribuir com a comunidade de desenvolvedores para TV digital disponibilizando mais uma aplicação.

1.5.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho, foram considerados os seguintes objetivos específicos:

- Viabilizar a utilização de pacotes OBA-MC no ambiente de TVDi;
- Modelar descritor XML para pacotes OBA-MC, provendo também arquivo XML *Schema* para validar os arquivos criados;
- Criar *Web Service* para acessar ROA de OBA-MC para realização de consultas e recebimento de arquivos do tipo OBA-MC XML;
- Estabelecer o ambiente a ser utilizado para o desenvolvimento da aplicação para TV Digital, de acordo com algumas características, entre elas: o número total de aparelhos com o ambiente, a curva de aprendizado, a rapidez de desenvolvimento e existência de licenças;
- Permitir a realização de pesquisas no ROA de OBA-MC por meio da utilização do canal de retorno ou interatividade.

1.6 METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa inicialmente foram analisados diversos programas educativos disponibilizados na TV aberta, como Telecurso, tele aulas e preparatório para ENEM, para verificar como os conteúdos e seus relacionamentos eram apresentados aos alunos. Constatou-se que estes programas (independentemente de emissora, nível de ensino e público-alvo), seguem um mesmo formato: transmissão de programas/aulas gravados em estúdio; utilização de material de apoio para complementação do conteúdo e resolução de exercícios; inexistência de integração com outros programas semelhantes (da mesma ou de outra emissora); e pouca ou nenhuma interação entre alunos e programa.

Neste sentido, buscou-se realizar o desenvolvimento de uma aplicação interativa para o ambiente de TV Digital que pudesse suprir as carências dos programas educativos por meio da utilização de teorias pedagógicas, trazendo para alunos e professores um novo tipo de experiência a fim de ampliar e facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

Para o desenvolvimento e realização de testes foi preciso montar um laboratório de TV Digital, estruturado com alguns equipamentos e softwares, entre os principais: TV Digital Interativa de alta definição (para exibição da aplicação e programação televisiva); *set-top box* EITV com interatividade completa para desenvolvedor (utilizado para executar a aplicação e realização de testes); *Ginga4Windows* (execução/testes de aplicações NCL em ambiente *Windows*); e *NCL Composer* (ferramenta multiplataforma para criar aplicações interativas com NCL); entre outros.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa apresenta a seguinte estrutura:

- <u>Capítulo 1 – Introdução:</u> é apresentada a introdução contextualizando o tema de pesquisa, ao mesmo tempo em que focaliza a atenção para o objeto de estudo, justificando a escolha e a problemática do tema, explicando os seus objetivos e apresentando os trabalhos relacionados, a metodologia utilizada e organização estrutural da dissertação;

- Capítulo 2 – Referencial Teórico: são apresentados o modelo, estrutura e repositório para OBA-MC, os conceitos relativos a TV Digital no contexto do SBTVD-T, além de EAD em *T-Learning*;

- Capítulo 3 – Projeto da Aplicação Interativa MCD-TV: é descrita a principal contribuição deste trabalho, suas características, recursos necessários e os processos de modelagem e desenvolvimento;

- Capítulo 4 – Aplicação MCD-TV em Ação: é apresentada como é feita a utilização da aplicação MCD-TV por meio de um exemplo real;

- Capítulo 5 – Conclusões e Trabalhos Futuros: são abordados os resultados da pesquisa e recomendados trabalhos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta o referencial teórico utilizado como base no projeto e construção da aplicação interativa MCD-TV. Sendo assim, este capítulo encontra-se organizado da seguinte forma. Na Seção 2.1 é dada uma visão geral da Educação a Distância, dando ênfase à categoria de *T-Learning*. Na Seção 2.2 são descritos os conceitos, características, aplicações e importância da TV Digital, destacando o modelo utilizado no Brasil. A Seção 2.3 apresenta uma visão geral das ferramentas pedagógicas MC e MD. Na Seção 2.4 é descrito o pacote OBA-MC, abordando suas características e estrutura; e, por fim, a Seção 2.5 dá as considerações finais sobre este capítulo.

2.1 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA (EAD)

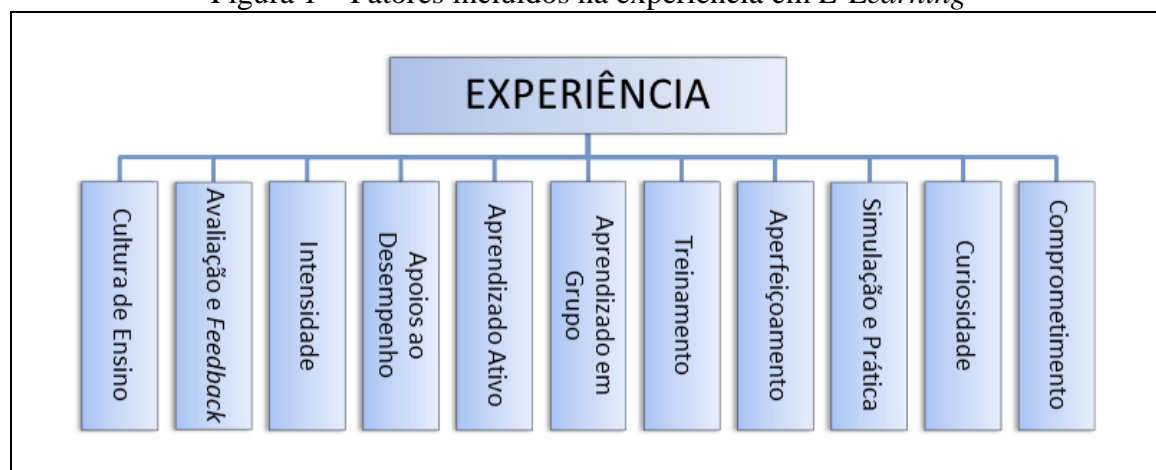
A cada dia surgem inovações tecnológicas para melhoria da qualidade de vida das pessoas, poupando-lhes tempo, diminuindo distâncias, rompendo fronteiras e suplantando desafios socioeconômicos (ATAIDE, 2013). E a EAD apresenta-se como grande consumidora destas diversas tecnologias, promovendo um ensino mais flexível, onde o ritmo e autonomia dos indivíduos são respeitados (BALDO et al., 2008) visando incutir aprendizagem a indivíduos fisicamente remotos (SARAIVA, 1996).

É evidente que a EAD passou por diversas etapas até a utilização dos processos multimeios atuais. Mas se no passado ela foi utilizada como recurso para suprir deficiências educacionais, hoje é vista por muitos como uma modalidade alternativa que pode complementar parte do ensino regular presencial, como já acontece em algumas iniciativas como a da Universidade Aberta do Brasil (ATAÍDE, 2013).

A fase atual da EAD baseia-se no uso intenso de TICs, tirando proveito da convergência digital como forma de ampliar os recursos utilizados, aumentar sua abrangência e melhorar os resultados obtidos. Este crescente uso da tecnologia, de acordo com Kenski (2008), tem conferido novos ritmos e dimensões à atividade de ensinar e aprender, embora que, independentemente da tecnologia utilizada, não se pode esquecer que a EAD sempre deve ter uma finalidade educativa (SARAIVA, 1996).

Entre as diversas tecnologias modernas se tem na Internet uma grande aliada da EAD, responsável pelo avanço desta modalidade de ensino e impulsionada principalmente

pelo uso da *World Wide Web* (WWW), com seus sítios e sistemas educativos, fazendo surgir, neste contexto, o termo *E-Learning*. Segundo Masie et al. (1999) o termo *E-Learning* se refere ao uso da tecnologia de rede para projetar, entregar, selecionar, administrar e estender o aprendizado. Gomes *apud* JOCE (2002) acrescenta que *E-Learning* melhora a qualidade da aprendizagem, facilitando o acesso a recursos e serviços, assim como o intercâmbio e a colaboração a distância. No entanto, é oportuno reforçar o alerta de Masie (1999) que diz que o componente essencial do *E-Learning* está centrado na dimensão da experiência do aprendizado e não na tecnologia em si. A Figura 1 apresenta alguns fatores incluídos no aspecto da experiência em *E-Learning*.

Figura 1 – Fatores incluídos na experiência em *E-Learning*

Fonte: Massie (1999) – Figura adaptada pelo autor.

Com o avanço da tecnologia, a televisão também experimentou um salto de qualidade, saindo do ambiente analógico para o digital, onde novas características foram incorporadas, entre elas, a interatividade, responsável pelo surgimento do termo *T-Learning* na EAD.

O conceito de *T-Learning* é uma especialização de *E-Learning* (Masie, 1999), sendo utilizado quando se fala em aprendizagem por meio da TV Digital, onde diversos serviços educacionais interativos são oferecidos ao telespectador (LYTRAS et al., 2002; ZHAO, 2002; GUPTA, 2003). A aplicação MCD-TV, proposta neste trabalho dissertativo, está inserida na categoria de serviços *T-Learning*.

Na seção a seguir, são apresentadas as características importantes da TV Digital Interativa, dando ênfase ao padrão nipo-brasileiro, ao *middleware* Ginga e as aplicações.

2.2 TV DIGITAL

A corrida pela excelência tecnológica em TV Digital, que teve início no final da década de 90, fez surgir três grandes padrões mundiais: o americano, com o *Advanced Television Systems Committee* (ATSC); o europeu, com o *Digital Video Broadcasting* (DVB); e o japonês, com o *Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial* (ISDB-T). Para cada um deles foram desenvolvidas diversas especificações técnicas para atender necessidades econômicas, culturais e sociais (FERREIRA, 2011).

Dentre as possibilidades de padrões para TV Digital, o Brasil optou por utilizar um padrão híbrido original, baseado no sistema japonês. Uma das características que influenciou esta escolha é que o padrão japonês permite, desde o início, transmissão para terminais móveis, como aparelhos de TV instalados em veículos e aparelhos celulares, sendo considerado o mais avançado (IEL, 2007). É claro que outros fatores técnicos, políticos e econômicos também influenciaram a escolha pelo padrão japonês, mas não é objetivo deste trabalho discutir cada um deles.

Em 29 de junho de 2006, por meio do Decreto nº 5.820, o governo brasileiro oficializa a adoção do modelo japonês de TV Digital no país, instituindo:

> I - SBTVD-T - Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre - conjunto de padrões tecnológicos a serem adotados para transmissão e recepção de sinais digitais terrestres de radiodifusão de sons e imagens; e
> II - ISDB-T - Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial - serviços integrados de radiodifusão digital terrestre. (CASA CIVIL, 2006)

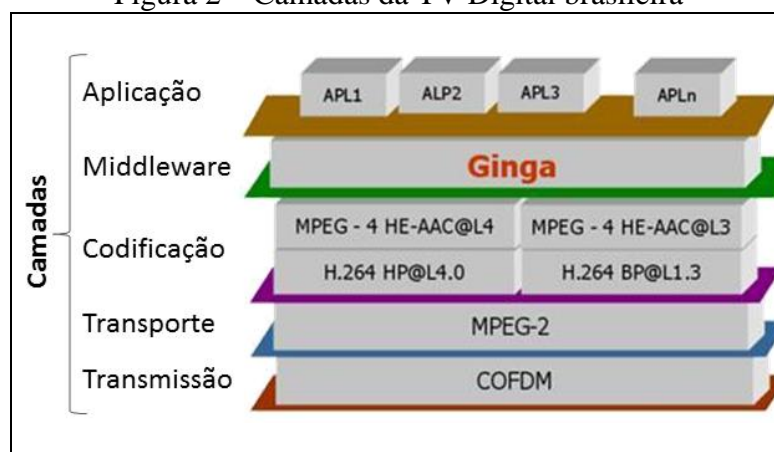
O Decreto nº 5.820 também define as características do SBTVD-T: transmissão digital em alta definição (HDTV[1]) e em definição padrão (SDTV); transmissão digital simultânea para recepção fixa, móvel e portátil; e interatividade (CASA CIVIL, 2006).

Com a parceria nipo-brasileira firmada, a academia brasileira adicionou ao padrão japonês tecnologias inéditas, como: compressão H-264 e um *middleware* mais moderno e poderoso (IEL, 2007). A Figura 2 apresenta a arquitetura em camadas da TV Digital brasileira. Observe a presença da camada de *middleware*, que possibilita que aplicações sejam desenvolvidas abstraindo as camadas inferiores de comunicação, transporte e transmissão.

---

[1] HDTV tem 1080 linhas de resolução, contra as 480 dos aparelhos de televisão convencionais, além de possuir som *surround* com qualidade de CD.

O SBTVD-T entrou em operação em 2 dezembro de 2007, começando pela cidade de São Paulo. E até agosto de 2013 já estava disponível em mais 528 cidades brasileiras. Com o SBTVD-T, além de imagens em alta definição, som digital, mobilidade e guia de programação na própria tela da TV; tem-se a possibilidade de interação entre o telespectador e a emissora e/ou programa por meio de aplicações interativas, a chamada TVDi (DTV, 2013).

Figura 2 – Camadas da TV Digital brasileira

Fonte: Fórum SBTVD (2012) – Figura adaptada pelo autor.

Mas é importante destacar, que além das inovações e tecnologias empregadas, a TV Digital no Brasil tem papel primordial em promover a inclusão digital, disponibilizando acesso à informação aos cidadãos, EAD e serviços sociais, apenas com o uso do próprio aparelho de TV (GINGA, 2012).

Este trabalho tem particular interesse na utilização da interatividade, disponibilizada no SBTVD-T, para criação de aplicações para EAD. Sendo assim, apenas as camadas de *middleware* e de aplicação (ver Figura 2) são abordadas em maiores detalhes.

2.2.1 Interatividade no SBTVD-T

A interatividade no SBTVD-T trouxe para o telespectador a possibilidade de interagir com os conteúdos transmitidos pelas emissoras de televisão (IEL, 2007). De acordo com Montez e Becker (2004, p.13):

> O telespectador passa a ter um canal para se comunicar com a emissora, tirando-o da **inércia** a qual está submetido [...]. O grau dessa interatividade vai depender dos **serviços** oferecidos e, principalmente, da velocidade do **canal de retorno**. (Grifos do autor)

De acordo com Soares e Barbosa (2009), as normas do SBTVD-T permitem quatro níveis de interatividade do ponto de vista da tecnologia e baseando-se na presença ou não do canal de retorno, também conhecido como canal de interatividade: (a) interatividade local; (b) com canal de retorno unidirecional; (c) com canal de retorno bidirecional; e (d) interatividade plena. A seguir, cada um dos níveis de interatividade é descrito:

(a) Interatividade local: o canal de retorno não é utilizado, ou seja, o usuário não é capaz de enviar qualquer tipo de informações para a emissora/programa, interagindo apenas com a aplicação que foi carregada localmente no conversor (*set-top box*);

(b) Interatividade com canal de retorno unidirecional: neste nível é possível enviar algum tipo de informação, como o voto sobre determinado assunto abordado em um programa, uma solicitação de compra, entre outras;

(c) Interatividade com canal de retorno bidirecional: o carregamento (*download*) de dados é utilizado pelas aplicações, podendo recebê-los por meio da rede de difusão das emissoras ou pelo canal de retorno. Neste nível o telespectador acessa dados não provenientes das emissoras, podendo, com isto, navegar na Internet;

(d) Interatividade plena: este último tipo permite o envio (*upload*) de dados em banda larga, atuando como uma pequena emissora, possibilitando a criação da chamada TV Social (do inglês *Social TV*) ou TV em Comunidade (do inglês *Community TV*), que se caracteriza por um grupo de usuários que compartilham dados entre si sobre um mesmo programa.

Embora muitos receptores estejam preparados para utilizar o canal de retorno por meio de uma conexão de banda larga, pesquisas ainda estão sendo realizadas para permitir a utilização do canal de interatividade por famílias de baixa renda, promovendo assim uma verdadeira inclusão social. Neste sentido, o projeto piloto Brasil 4D, realizado pela Empresa Brasil de Comunicação (EBC) em parceira com Banco Mundial e a participação voluntária da Universidade Federal da Paraíba, Universidade Católica de Brasília,

Universidade Federal de Santa Catarina, e as empresas Harris, D-Link, Totvs, MecTronica, Spinner, Ebcom, Intacto, Oi e EITV, conseguiu comprovar com sucesso o uso da interatividade na TV aberta em projetos sociais do governo, onde algumas famílias atendidas pelo Bolsa Família na cidade de João Pessoa tiveram acesso a vídeos interativos e serviços, como vagas de emprego, localização da farmácia popular mais próximas, entre outros; onde a tecnologia 3G permitiu a operacionalização do canal de retorno (EBC, 2013).

De acordo com Curry (2001) também é possível classificar a interatividade na TV Digital focalizando o usuário:

(a) Interatividade Distribuída: o telespectador controla a programação durante a exibição do programa. Um exemplo deste tipo de interatividade é encontrado na utilização de *Personal Video Recorder* (PVR), onde o usuário pode selecionar o conteúdo que quer assistir no momento que melhor lhe convier;

(b) Interatividade Informacional: o telespectador pode selecionar diferentes opções de informações disponíveis na própria TV. Pode ser necessária a disponibilização de canal de retorno;

(c) Interatividade Participativa: o telespectador pode escolher diferentes opções durante a exibição da programação, como ângulo da câmera em partidas de futebol.

2.2.2 Interatividade com Ginga

Seja qual for o tipo de interatividade empregado, a TV Digital trouxe novas oportunidades para empresas de desenvolvimento de *software* por meio da criação de aplicações interativas para este ambiente (IEL, 2007). O *middleware* Ginga é o componente responsável por facilitar o desenvolvimento de todas estas aplicações.

Ginga possui uma especificação aberta, sendo embarcado em *set-top boxes* e em televisores com tecnologia digital com interatividade, tendo duas funções principais: (a) tornar as aplicações independentes do sistema operacional da plataforma de *hardware* e (b) oferecer um melhor suporte ao desenvolvimento de aplicações interativas (DTV, 2012).

De acordo com Coulouris et al. (2011) o termo *middleware* se aplica a uma camada de *software* que fornece uma abstração de programação, assim como o mascaramento de

heterogeneidades das redes, do *hardware*, de sistemas operacionais e linguagens de programação. No ambiente de TV Digital o *middleware* Ginga oferece, portanto, serviços padronizados à camada de aplicação, permitindo um ocultamento e abstração das camadas inferiores e seus serviços, como: compressão, transporte e modulação. Observando novamente a Figura 2 é possível verificar que a camada contendo as diversas aplicações (APL1, APL2, ..., APLn) está posicionada imediatamente após a camada do *middleware* Ginga, permitindo assim que os desenvolvedores de aplicações não fiquem presos ao tipo de *hardware* utilizado pelos equipamentos.

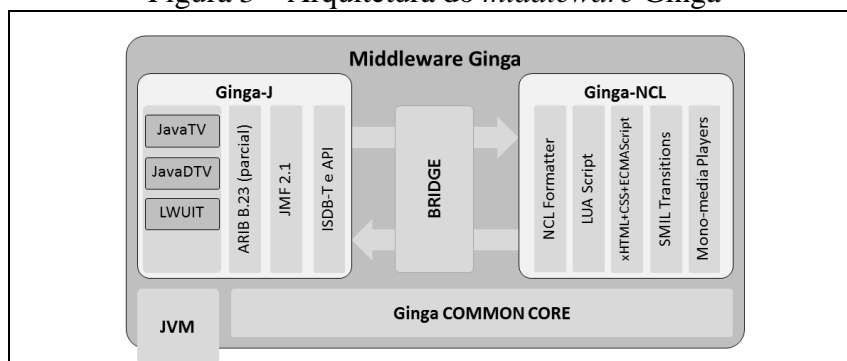
Também é importante ressaltar que desde o início da concepção do *middleware* Ginga procurou-se levar em consideração a necessidade de inclusão social/digital e a obrigatoriedade de compartilhamento de conhecimento de forma livre, tornando-o uma especificação aberta, de aprendizagem fácil e livre de *royalties*, permitindo a criação de conteúdo interativo para impulsionar TVs comunitárias e à produção de conteúdo pelas grandes emissoras (GINGA, 2012).

De acordo com Soares e Barbosa (2009) os requisitos de um *middleware* devem oferecer um bom suporte para as aplicações. No caso do Ginga estes requisitos são:

> (i) o sincronismo de uma forma geral e, como caso particular, a interação do usuário; (ii) a definição de relacionamentos de sincronismo espacial e temporal separado da definição do conteúdo dos objetos de mídia relacionados; (iii) a adaptação do conteúdo e da forma como o conteúdo é exibido; (iv) o uso de múltiplos dispositivos de exibição; (v) a edição ao vivo (em tempo de exibição).

Soares e Barbosa (2009) explicam ainda que as aplicações desenvolvidas com a utilização do *middleware* Ginga podem utilizar dois ambientes distintos: o declarativo (Ginga-NCL/Lua) e o imperativo (Ginga-J/Java). As facilidades de cada um deles podem ser utilizadas pelos desenvolvedores por meio de *Application Programming Interfaces* (APIs) bilaterais padrões sobre um núcleo comum chamado de Ginga-CC (*Common Core*). A Figura 3 ilustra a arquitetura do *middleware* Ginga com esses dois ambientes.

O ambiente utilizado neste trabalho de pesquisa é o Ginga-NCL/Lua, visto que a linguagem de *script* Lua é mais leve, eficiente, portável (funciona em *set-top boxes* e celulares), livre de licença e é a linguagem de *script* padrão utilizada no seguimento de entretenimento por alguns dos jogos mais famosos, como *World of Warcraft* e *Angry Birds* (SOARES e BARBOSA, 2009).

Figura 3 – Arquitetura do *middleware* Ginga

Fonte: EITV (2009) – Figura adaptada pelo autor.

2.2.3 Aplicações Interativas

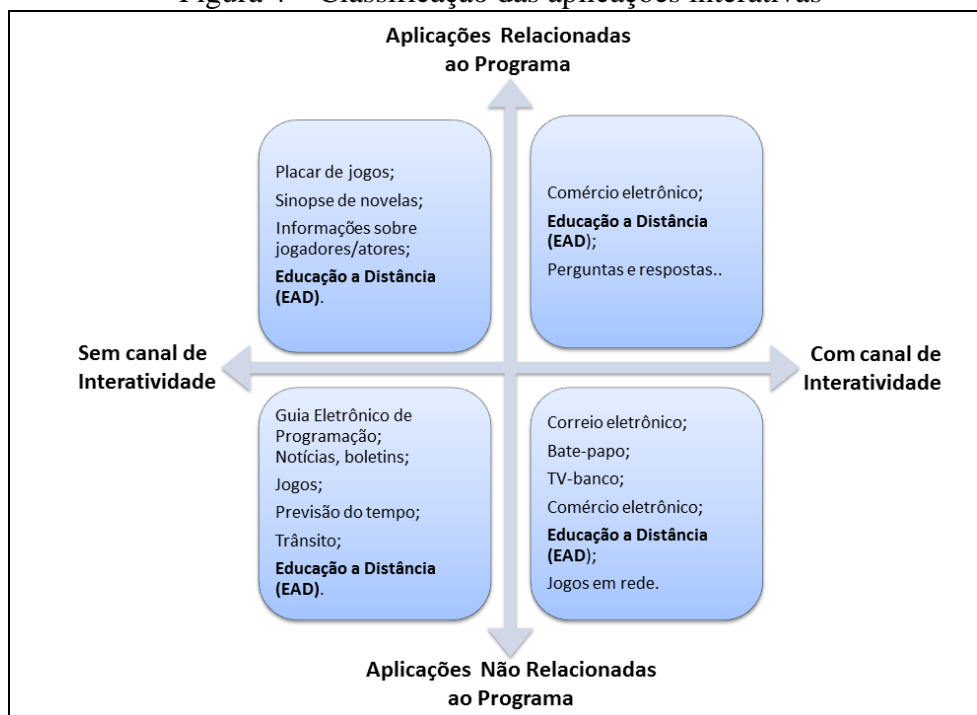
Segundo Soares e Barbosa (2009) o grande impacto da TV digital se deve principalmente pela possibilidade de se ter uma expansão do sistema por meio de aplicações. Estas aplicações são programas computacionais embarcadas em dispositivos receptores ou oriundos de dados enviados conjuntamente com um programa televisivo. A integração de uma capacidade computacional ao dispositivo receptor permite o surgimento de uma vasta gama de novos serviços e de programas de TV compostos não apenas pelo áudio e vídeo principais, mas também por outros áudios e vídeos, imagens, textos, entre outros, sincronizados em uma aplicação muitas vezes guiada por interações do usuário telespectador por meio do controle remoto.

Embora as aplicações para TV Digital sejam programas computacionais, elas possuem características que as diferenciam totalmente de outras aplicações, entre elas: a grande parte das informações é transmitida por difusão (*broadcasting*) e de forma não personalizada; normalmente se assiste TV a uma distância razoável da tela (exceção para os dispositivos portáteis); os dispositivos de interação (como controle remoto) ainda são pobres em termos de expressividade e usabilidade; o vídeo principal é a principal fonte de sincronismo, incluindo a interação; assistir a um programa é muitas vezes uma atividade coletiva (novamente sendo exceção os dispositivos portáteis); a TV é usada para lazer e o telespectador não quer nada de muito complexo em seu uso (SOARES e BARBOSA, 2009).

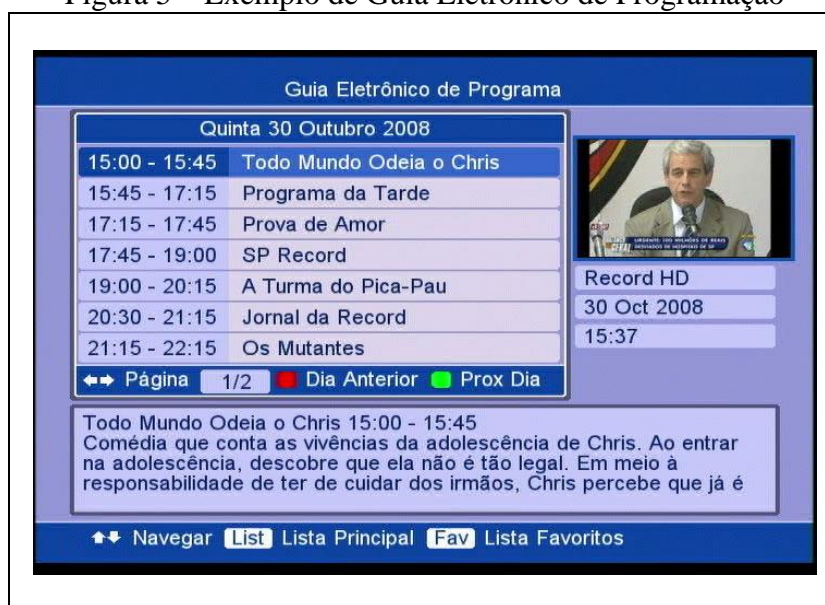
As aplicações desenvolvidas para Ginga podem ser classificadas de acordo com o tipo de serviço, como por exemplo: (i) Serviços de Informação – EPG, notícias, previsão do tempo, informações de trânsito, entre outros; (ii) Comunicação – correio eletrônico,

bate-papo, entre outros; (iii) Entretenimento – jogos, vídeo sob demanda, entre outros; (iv) Serviços Comerciais – serviços bancários, comércio eletrônico, entre outros; (v) Governo Eletrônico – portais de informações de serviços dos governos federal, estadual e municipal; (vi) *T-Learning* – jogos educacionais, educação básica, educação profissional, educação superior, entre outros. Este último grupo faz parte do objeto de estudo deste trabalho.

As aplicações interativas ainda podem ser agrupadas em quatro categorias básicas de acordo com o relacionamento existente com a programação e segundo a necessidade de utilização de canal de retorno, como pode ser observado na Figura 4. É importante perceber que aplicações para EAD podem estar presentes em qualquer uma das quatro categorias, mostrando o grande potencial da tecnologia de TVDi para educação.

Figura 4 – Classificação das aplicações interativas

Fonte: EITV (2009) – Figura adaptada pelo autor.

Entre as diversas aplicações, o EPG é a aplicação para TV Digital mais comum, sendo responsável pela apresentação da programação oferecida por cada canal digital disponível. Geralmente é uma aplicação que está embarcada na TV ou *set-top box*, mas que também pode ser instalada pelo usuário. As informações são disponibilizadas por meio de metadados que podem conter o nome do programa, a data de exibição, o horário previsto para início e término, uma breve descrição do seu conteúdo, entre outros (BARBARÁ, 2010). Na Figura 5 é possível observar um exemplo de EPG da emissora Record HD.

Figura 5 – Exemplo de Guia Eletrônico de Programação

Fonte: Record HD (2008)

Maia et al. (2010) descreve que no SBTVD-T, a norma ABNT NBR 15603-1 (ABNT, 2007a) define tabelas que são conhecidas como *Service Information* (SI), entre elas a EIT, que é responsável por carregar metadados dos programas que formam a programação. Os metadados são transmitidos em fluxos de transporte MPEG2-System ISO/IEC 13818-1 e seguem o formato padronizado (ABNT, 2007b). Este trabalho tem particular interesse nos metadados contidos na tabela EIT para construção de um pEPG.

2.2.4 Usabilidade na TV Digital

De acordo com Waisman (2006), em um país como o Brasil de dimensões continentais e diversidade multicultural, a usabilidade exerce um papel crucial para que a população possa ter acesso a inovações tecnológicas com eficiência, eficácia e satisfação, independentemente de classe social ou níveis de utilização das TICs. A usabilidade introduz verdadeira flexibilidade nas diversas soluções para atender as diferentes necessidades, visto que o meio, o público-alvo e o objetivo do serviço interativo oferecido são as variáveis observadas quando se pretende lançar um produto ou serviço para o mercado.

Norman (2008), afirma que um *design* e estética agradáveis tornam as pessoas mais complacentes com a ocorrência de pequenas dificuldades e mais flexíveis e criativas para encontrar soluções. Produtos bem projetados compostos de elementos de linguagem visual

estéticos podem aumentar a sua usabilidade, bem como diminuir o esforço cognitivo. E esta facilidade é fundamental no ambiente de TVDi.

O telespectador tradicional está acostumado a utilizar o controle remoto (muitas vezes de forma automática) na realização de tarefas simples como trocar de canais e regular o volume da TV. Entretanto agora terá que aprender a interagir com novos botões do controle remoto, entre eles os botões coloridos e os botões direcionais, o que pode gerar frustração e irritação (CPQD, 2012). Sem mencionar os novos modelos de TV que estão trazendo interação por gestos, possibilitando acesso não linear às opções das aplicações.

Neste sentido, diversas recomendações para criação e utilização de interfaces para aplicações interativas no ambiente de TV Digital foram elaboradas visando proporcionar uma melhor experiência do usuário (telespectador) (CPQD, 2012; WAISMAN, 2006; BBC, 2006). Para este trabalho foram consideradas as recomendações de usabilidade compiladas pelo CPqD (2012), que além de serem mais atuais foram agrupadas de acordo com o tipo da aplicação utilizada, como: *T-Gov* (governo eletrônico na TV), *T-Commerce* (comércio eletrônico na TV), *T-CoD* (conteúdo sob demanda para TV), *T-Learning* (aprendizagem pela TV), *T-Games* (jogos para TV). Para este trabalho foram consideradas as recomendações gerais para TV Digital (ver ANEXO A), além das recomendações específicas para *T-Learning* (ver ANEXO B).

2.3 FERRAMENTAS MC E MD

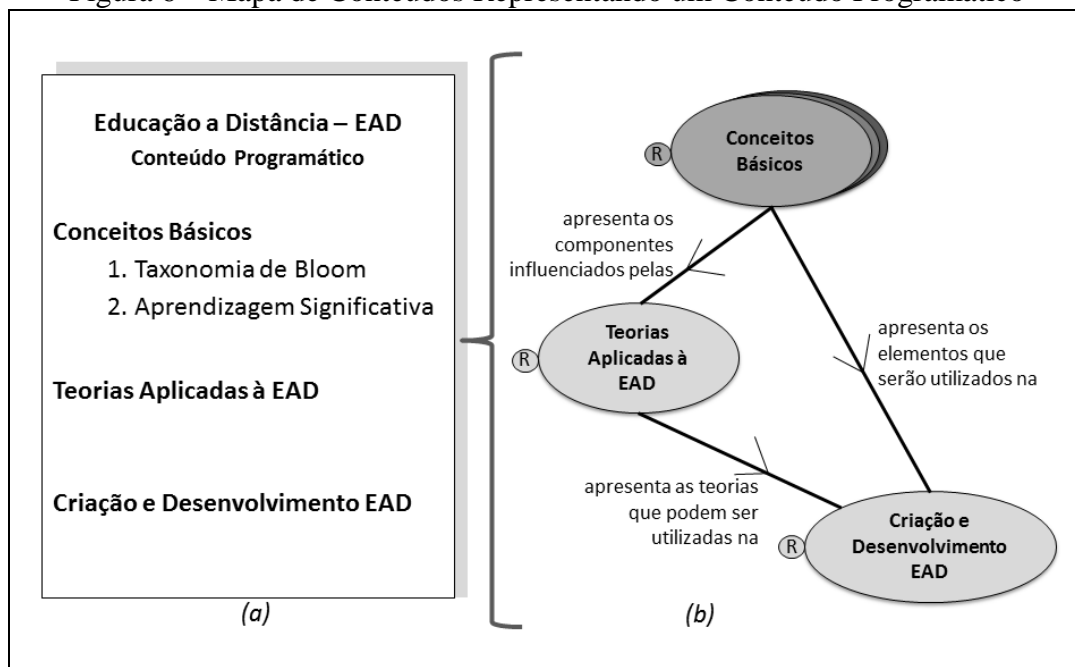
MC e MD são duas ferramentas propostas por Lima (2009) que adotam uma metodologia de planejamento baseada em Objetivos Educacionais (OEs), por intermédio de teorias pedagógicas consolidadas, como Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1976) e Taxonomia de Bloom (BLOOM et al. 1977), podendo ser utilizadas nas modalidades de ensino presencial ou em EAD.

2.3.1 Ferramenta MC

Com origem nos Mapas Conceituais (NOVAK e CAÑAS, 2008), MC é uma ferramenta que busca fortalecer o processo de ensino-aprendizagem por meio do provimento de um conteúdo mais significativo para professores e alunos (Lima, 2009).

O MC possibilita a exibição de um curso/disciplina de forma gráfica, onde são apresentados seus conteúdos e as relações existentes. Com o MC o aluno consegue perceber, de forma mais clara, que é preciso, por exemplo, compreender conteúdos mais simples antes de partir para conteúdos mais complexos. Esta facilidade de percepção é rapidamente alcançada por que as relações entre conceitos no MC são hierárquicas, ou seja, conteúdos introdutórios sempre estão posicionados no topo do gráfico, enquanto os conteúdos mais complexos dirigem-se para sua base.

Na Figura 6.b é possível observar um exemplo de um MC representando o primeiro nível de visão de um conteúdo programático (ver Figura 6.a). Os conteúdos que formam o MC podem ser simples (representado por elipse simples: "Teorias Aplicadas a EAD" e "Criação e Desenvolvimento EAD") ou com subnível (representado por elipse com camadas: "Conceitos Básicos"). Cada conteúdo, no entanto, pode ter OE (representado por elipse com tonalidade mais clara: "Teorias Aplicadas a EAD" e "Criação e Desenvolvimento EAD") e/ou recursos pedagógicos (representados por um círculo com a letra "R" anexado à elipse: todos os conteúdos do exemplo apresentado).

Figura 6 – Mapa de Conteúdos Representando um Conteúdo Programático

Fonte: Lima (2009) – Figura adaptada pelo autor.

A ferramenta para criar o MC foi desenvolvida para Moodle e seu funcionamento é simplificado onde, por meio de um conjunto de interações, o professor é guiado na elaboração do planejamento de um curso/disciplina, e no final o MC é gerado.

2.3.2 Ferramenta MD

Lima (2009) descreve MD como sendo uma ferramenta pedagógica formada por um conjunto de OEs apresentada de forma gráfica, onde cada OE é inter-relacionado por meio da Taxonomia de Bloom. Normalmente o MD é composto por um OE (localizado no topo do gráfico e que representa o comportamento que o professor espera que o aluno atinja para um dado conteúdo) e por um conjunto de comportamentos necessários para se atingir esse objetivo (formado por classes inferiores que contribuem para a realização do objetivo inicial).

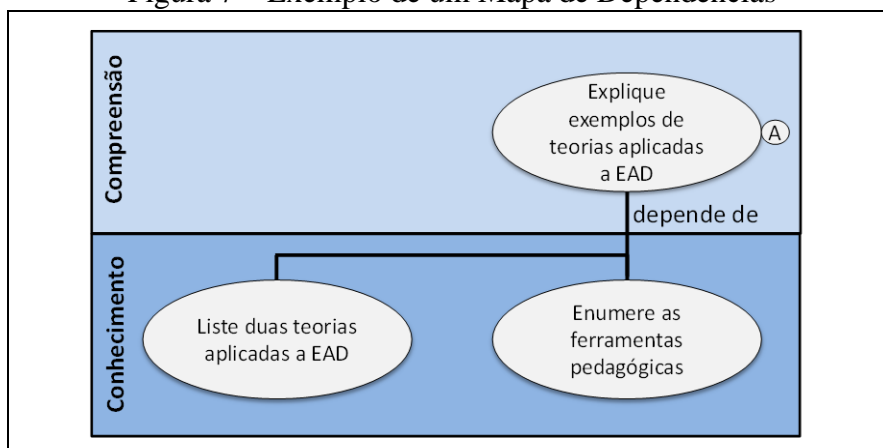
É importante perceber que, de acordo com Lima (2009), tanto o OE quanto os comportamentos são definidos segundo as categorias que constam na Taxonomia de Bloom, podendo ter quantos subníveis forem necessários até que se atinja a classe mais baixa da taxonomia ou que o comportamento não precise de dependências. Um resumo da taxonomia é apresentado no Quadro 1, juntamente com o desempenho esperado e uma lista dos verbos mais utilizados em cada nível.

Quadro 1 – Resumo da Taxonomia de Bloom - Domínio Cognitivo

NÍVEL	DESEMPENHO	VERBOS NO IMPERATIVO
Conhecimento	O aluno irá recordar ou reconhecer informações, ideias, e princípios na forma (aproximada) em que foram aprendidos.	escreva, liste, rotule, nomeie, identifique, cite e defina.
Compreensão	O aluno traduz, compreende ou interpreta informação com base em conhecimento prévio.	explique, traduza, ordene, diferencie, resuma, parafraseie, descreva e ilustre.
Aplicação	O aluno seleciona, transfere, usa dados e princípios para completar um problema ou tarefa com um mínimo de supervisão.	use, desenvolva, compute, resolva, demonstre, aplique e construa.
Análise	O aluno distingue, classifica e relaciona pressupostos, hipóteses, evidências ou estruturas de uma declaração ou questão.	analise, classifique, categorize, deduza e separe.
Síntese	O aluno cria, integra e combina ideias num produto, plano ou proposta, novos para ele.	crie, proponha, formule, modifique, planeje, elabore hipótese(s), invente, projete e desenvolva.
Avaliação	O aluno aprecia, avalia ou critica com base em padrões e critérios específicos.	julgue, argumente, compare, contraste, recomende, critique e justifique.

Fonte: Lima (2009) – Quadro adaptado pelo autor.

A Figura 7 ilustra o exemplo de um MD para o conteúdo “Teorias Aplicadas a EAD” apresentado na Figura 6.b. Para que um dado aluno alcance o nível desejado pelo professor na classe “Compreensão”, ele precisará primeiro satisfazer todas as dependências do subnível “Conhecimento”.

Figura 7 – Exemplo de um Mapa de Dependências

Fonte: Lima (2009) – Figura adaptada pelo autor

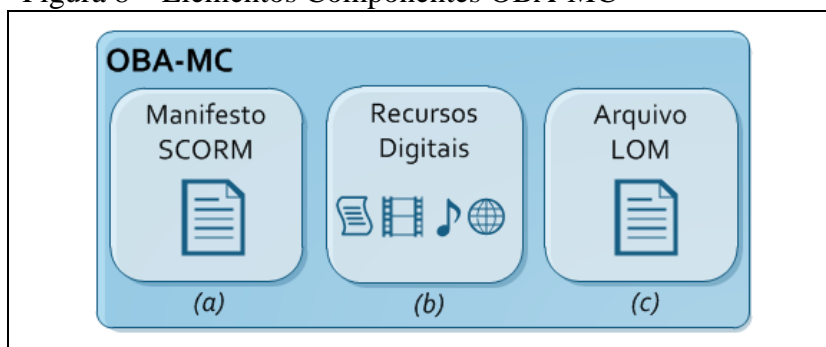
A ferramenta MD trabalha em conjunto com a ferramenta MC, possuindo também um conjunto simples de interações, onde no final do processo o gráfico com o MD terá sido gerado.

2.4 OBA-MC

Embora as ferramentas MC e MD, originalmente apresentadas por Lima (2009), formem um poderoso instrumento para melhoria do processo ensino-aprendizagem, elas possuem a limitação de funcionarem apenas no AVA Moodle. Como forma de suprimir esta restrição, Silva et al. (2012) apresenta o OBA-MC.

OBA-MC é um modelo de OA em concordância com as especificações do padrão SCORM, que encapsula o resultado das ferramentas MC e MD em um pacote *Shareable Content Object* (SCO), permitindo assim, que outros sistemas (compatíveis com SCORM) possam importar e exibir corretamente os objetos desenvolvidos (SILVA et al., 2012).

O módulo OBA-MC (adicionado ao Moodle) gera um pacote que contém um arquivo manifesto (*imsmanifest.xml*), um arquivo padrão LOM contendo alguns atributos relevantes que podem ser utilizados pelo sistema de busca (*imslrm.xml*), a estrutura do curso em XML e outros arquivos de recursos como documentos no formato PDF, DOC, PPT, AVI, dentre outros. Para facilitar o armazenamento, transporte e recuperação, o pacote gerado é encapsulado em um arquivo compactado do tipo ZIP. A Figura 8 ilustra os elementos que compõem a estrutura do OBA-MC.

Figura 8 – Elementos Componentes OBA-MC

Fonte: Lima et al. (2013b)

Este trabalho tem particular interesse apenas na estrutura utilizada no pacote OBA-MC gerado, não importando os passos necessários para sua criação por meio do módulo OBA-MC instalado no AVA Moodle, bem como sua interação com as ferramentas MC e MD.

2.5 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo, de forma geral, foram apresentados os principais conceitos utilizados como base para o desenvolvimento deste trabalho. Desde a evolução das TICs que impulsionou a EAD rumo aos processos multimeios atuais, aonde diversas tecnologias e ambientes se fundem com o objetivo de maximizar o aprendizado, quer seja no computador, na *Web*, em dispositivos móveis e na TVDi, sendo este último o objeto de interesse deste trabalho.

E quando se fala em TVDi é importante destacar que o padrão nipo-brasileiro de TV Digital adotado no país, além de possuir as características mais avançadas para mobilidade, qualidade de som e imagem, também tem papel primordial para a promoção da inclusão digital, disponibilizando para população acesso à informação, serviços educativos e sociais, apenas fazendo-se uso do próprio aparelho de TV. Onde se tem no *middleware* Ginga o elemento principal responsável por toda essa interatividade.

Na verdade o *middleware* Ginga permite que um mundo de novas possibilidades aconteça, como o desenvolvimento da aplicação MCD-TV proposta neste trabalho. E, embora o Ginga desempenhe um papel fundamental para o desenvolvimento das aplicações também se faz necessário à aplicação de diversas recomendações de usabilidade, visando desenvolver interfaces fáceis de usar, independentemente do perfil do telespectador.

Também foi visto que as ferramentas MC e MD trazem contribuições para o processo de ensino-aprendizagem por meio do provimento de um conteúdo mais significativo para professores e alunos fazendo-se uso de elementos gráficos. E que o pacote OBA-MC é o componente chave responsável por permitir que os diversos mapas criados possam ser exportados e compartilhados com outros sistemas diferentes do AVA Moodle.

Dando sequência, o próximo capítulo apresenta o projeto de desenvolvimento de software da aplicação MCD-TV, descrevendo em maiores detalhes a arquitetura, características, componentes, modelagem e desenvolvimento.

3. PROJETO DA APLICAÇÃO INTERATIVA MCD-TV

Este capítulo traz o detalhamento do projeto e desenvolvimento da aplicação interativa MCD-TV proposta neste trabalho dissertativo, bem como seus sistemas e ferramentas satélites por meio do emprego de técnicas de Engenharia de *Software*. Dessa forma, este capítulo encontra-se organizado da seguinte maneira. A Seção 3.1 traz as definições iniciais utilizadas na fase de projeto e arquitetura geral da aplicação. Na Seção 3.2 são apresentados alguns diagramas em *Unified Modeling Language* (UML), responsáveis pela modelagem da aplicação. A Seção 3.3 mostra a prototipação das principais telas em concordância com as recomendações para TVDi. A Seção 3.4 traz as ferramentas que dão apoio à aplicação MCD-TV. Na Seção 3.5 são descritos os aspectos de desenvolvimento da aplicação MCD-TV; A Seção 3.6 apresenta alguns problemas ocorridos durante o desenvolvimento; e, por fim, na Seção 3.7 são abordadas as considerações finais sobre este capítulo.

3.1 DEFINIÇÕES INICIAIS

No início do projeto foi definido o escopo preliminar como forma de nortear as demais atividades, descrevendo em alto nível o que seria realizado e identificando as limitações existentes. De acordo com Martins (2007), o escopo visa documentar objetivos, características e requisitos do produto; critérios de aceitação dos resultados apresentados; limites; Estrutura Analítica do Projeto (EAP); entre outros. O APÊNDICE A apresenta o escopo utilizado no projeto da aplicação MCD-TV.

De posse da definição do escopo do projeto iniciaram-se os estudos com o objetivo de melhorar o processo de ensino-aprendizagem em programas televisivos na modalidade de *T-Learning*. Observou-se que os diversos programas educativos, independente da emissora de TV, utilizavam basicamente o mesmo formato comumente aplicado na TV Analógica, no qual foram detectadas algumas deficiências descritas no Capítulo 1, Seção 1.3.

Como uma possível solução, este trabalho apresenta a aplicação interativa MCD-TV, que tem como base o uso do pacote OBA-MC (SILVA et al., 2012), responsável por encapsular as saídas das ferramentas MC e MD propostas por Lima

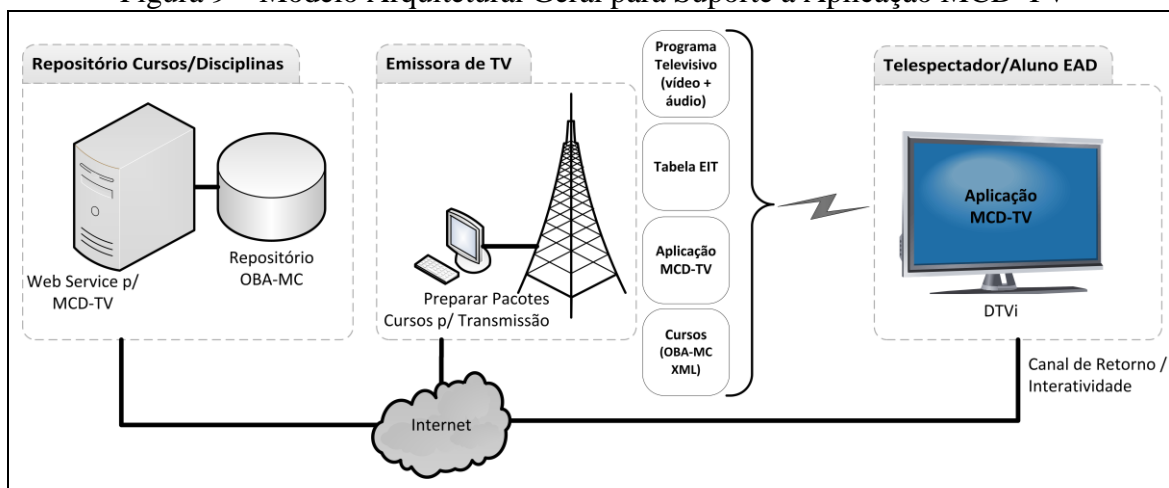
(2009); além de oferecer serviço de recomendação de programação televisiva para ampliar o aprendizado em *T-Learning*.

Para que a aplicação MCD-TV pudesse ter êxito no alcance de seus objetivos, alguns requisitos de sistema foram identificados. Eles são importantes por que detalham as funções, serviços e as restrições operacionais do sistema (SOMMERVILLE, 2007). A seguir são listados os requisitos gerais do sistema utilizados durante a fase de projeto:

- A aplicação deve apresentar no ambiente de TVDi os mapas contidos em pacotes OBA-MC, preservando seus relacionamentos, hierarquias, recursos e todas as informações relevantes;
- Todos os cursos/disciplinas disponíveis em pacotes OBA-MC devem ser exibidos normalmente no ambiente de TVDi, independentemente de seu tamanho (medido em *MBytes*);
- A aplicação MCD-TV deve ser integrada naturalmente às características do ambiente de TVDi como forma de ampliar e melhorar o processo de ensino-aprendizagem mediado pela TV;
- A aplicação deve ter um conjunto mínimo de cursos/disciplinas a serem visualizados no ambiente de TVDi, independentemente da disponibilidade de conectividade com a Internet;
- A aplicação deve permitir acesso a cursos/disciplinas disponíveis em ROA para OBA-MC.

Com base no escopo e requisitos gerais do sistema, na Figura 9 é apresentado o modelo arquitetural geral que dá suporte à integração das diferentes tecnologias utilizadas para o perfeito funcionamento da aplicação MCD-TV. Pressman (2006) diz que a arquitetura não é o *software* operacional, mas uma representação que permite analisar se o projeto satisfará os requisitos documentados, se existem alternativas (em um estágio onde alterações são implantadas mais facilmente), além de reduzir os riscos de desenvolvimento.

Ainda na Figura 9 é possível observar a presença de alguns componentes chave: (a) Emissora de TV; (b) Telespectador/Aluno EAD; (c) WS MCD-TV; e (d) Repositório OBA-MC. A seguir, cada um deles é descrito em maiores detalhes:

Figura 9 – Modelo Arquitetural Geral para Suporte a Aplicação MCD-TV

Fonte: Lima et al. (2013a)

(a) Emissora de TV: responsável pelo envio em *broadcasting* da programação televisiva; tabela EIT com os metadados da programação (transmitidos em fluxo de transporte contínuo e padronizado); aplicação MDC-TV e os cursos/disciplinas de interesse da emissora por meio de arquivo OBA-MC XML (já que nem todos os receptores possuem conexão com a Internet);

(b) Telespectador/Aluno EAD: local que receberá a transmissão da emissora e executará a aplicação MCD-TV se o receptor (como TV ou *set-top box*) possuir interatividade, ou seja, se tiver o Ginga embarcado no equipamento;

(c) WS MCD-TV: responsável por serviços de pesquisa, recuperação de cursos/disciplinas e mapeamento de pacote OBA-MC em arquivo do tipo XML para construção do OBA-MC XML;

(d) Repositório OBA-MC: responsável por armazenar os diversos cursos/disciplinas disponíveis em pacotes OBA-MC, não sendo objetivo deste trabalho um maior detalhamento de como são armazenados os objetos.

É importante observar que: (i) o mapeamento de OBA-MC para XML se faz necessário para evitar o envio de grandes quantidades de dados, visto que o tamanho de um pacote OBA-MC pode conter vários *Megabytes* e os receptores possuem memória limitada; (ii) a aplicação MCD-TV só consegue acessar os serviços oferecidos pelo WS MCD-TV se o receptor possuir conectividade com a Internet, realizada pelo canal de retorno ou interatividade. Os serviços do WS são descritos em maiores detalhes na Subseção 3.4.2.

3.2 MODELAGEM UML

Com base nas definições iniciais do projeto, a fase de modelagem UML apresenta diversos diagramas que auxiliam no desenvolvimento da aplicação e sistemas satélites. Sommerville (2007) afirma que a UML tornou-se um padrão para modelagem, possuindo notações para diferentes tipos de modelos de sistemas. No caso específico desta pesquisa foram utilizados diagramas de Casos de Uso (DCU), de Sequência (DS), de Componentes (DC) e de Atividades (DA).

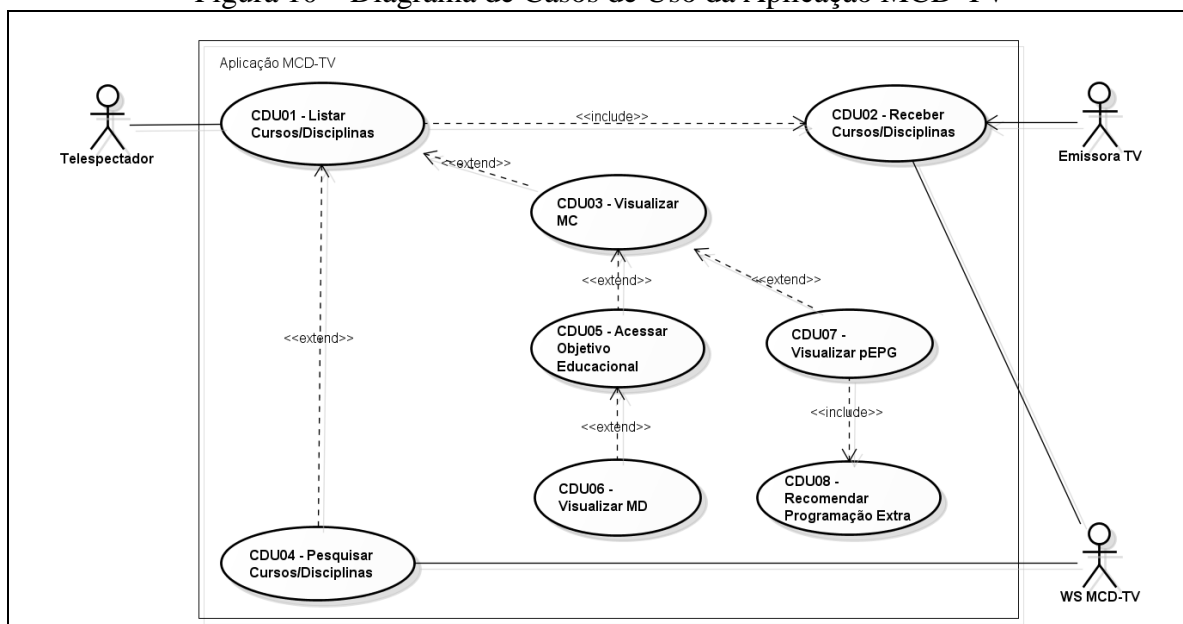
3.2.1 Diagrama de Casos de Uso (DCU)

Os DCU mostram um conjunto de casos de uso, atores e seus relacionamentos, sendo importantes principalmente para a organização e modelagem dos comportamentos do sistema. Os atores, por sua vez, podem representar papeis de usuários, sistemas e dispositivos (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2005). Neste contexto, são apresentados a seguir os DCU da aplicação MCD-TV e do WS MCD-TV, que são os principais componentes de *software* envolvidos.

Na modelagem da aplicação MCD-TV foram identificados três atores: Telespectador, Emissora de TV e WS MCD-TV. Enquanto o Quadro 2 apresenta a descrição de cada um dos autores, a Figura 10 mostra o DCU correspondente e o APÊNDICE B traz as Especificações dos Casos de Uso (ECUs).

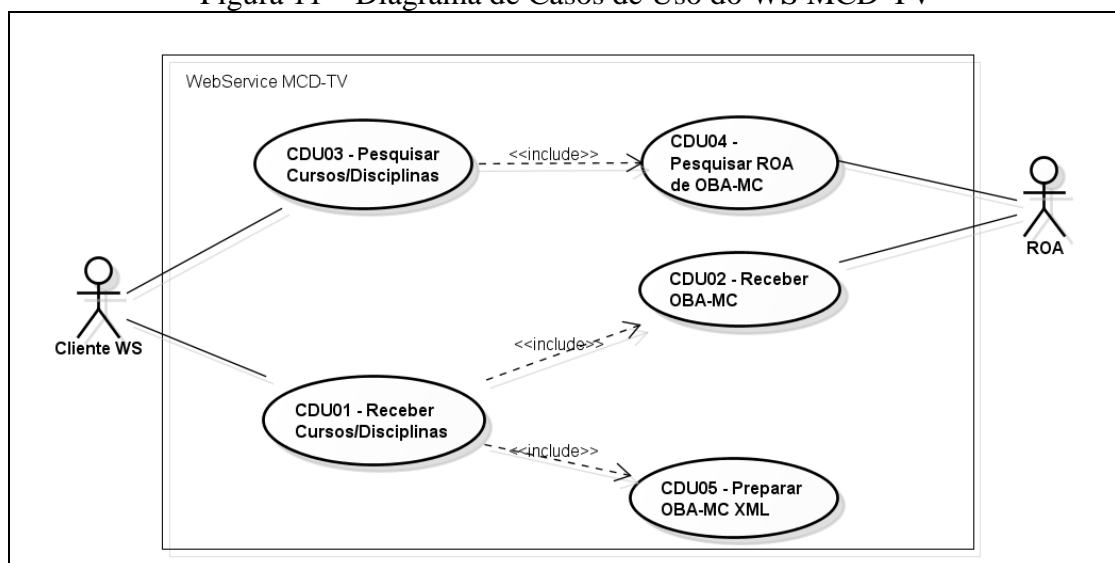
Quadro 2 – Atores da Aplicação MCD-TV

ATOR	DESCRIÇÃO
Telespectador	O telespectador assiste aos programas televisivos e acessa a aplicação MCD-TV para visualização dos mapas (MC e MD) disponíveis, bem como os OE e recursos.
Emissora de TV	Responsável por transmitir a aplicação MCD-TV e pacote básico de cursos/disciplinas.
WS MCD-TV	Responsável por disponibilizar serviços de pesquisa e recuperação de pacotes OBA-MC e recursos.

Figura 10 – Diagrama de Casos de Uso da Aplicação MCD-TV

Na modelagem do WS MCD-TV foram identificados dois atores: Cliente WS e ROA. Enquanto o Quadro 3 apresenta a descrição de cada um dos autores, a Figura 11 mostra o DCU correspondente e o APÊNDICE C traz as ECUs.

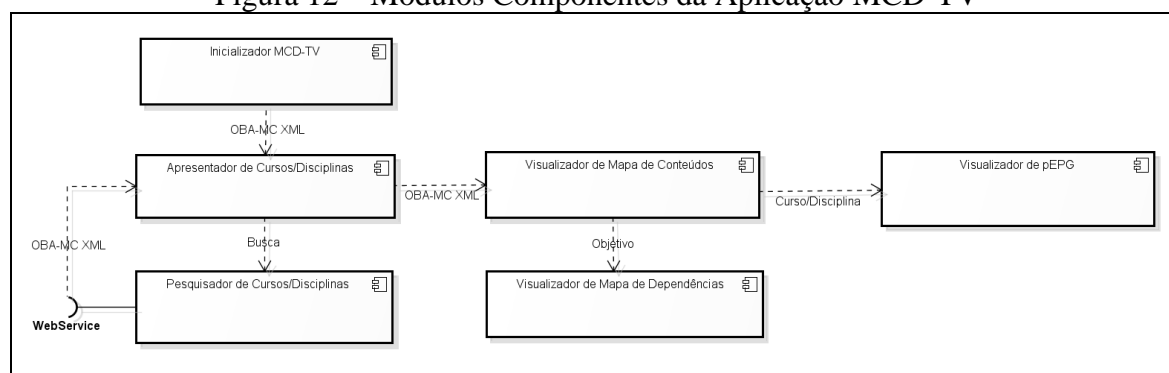
Quadro 3 – Atores do WS MCD-TV

ATOR	DESCRIÇÃO
Cliente WS	Responsável por consumir os serviços disponíveis pelo WS, podendo ser utilizado por usuários ou sistemas.
ROA	Responsável por armazenar e disponibilizar pacotes OBA-MC em seu formato original.

Figura 11 – Diagrama de Casos de Uso do WS MCD-TV

É importante observar, ainda na Figura 11, que o caso de uso “CDU05 – Preparar OBA-MC XML” é responsável pelo mapeamento automático de pacote OBA-MC para arquivo OBA-MC XML, de acordo com os elementos e regras contidas no OBA-MC XML *Schema*[2] e estrutura básica definida no pacote OBA-MC.

3.2.2 Diagrama de Componentes (DC)

De acordo com Silva e Videira (2001), o DC ilustra as dependências entre vários componentes de *software* para que a estrutura final do sistema possa ser vista mesmo antes de sua finalização, permitindo que o desenvolvimento seja feito de forma mais controlada e sistematizada. A Figura 12 apresenta o DC da aplicação MCD-TV.

Figura 12 – Módulos Componentes da Aplicação MCD-TV

Fonte: Lima et al. (2013c)

Cada um dos componentes apresentados na Figura 12 desempenha um papel importante no funcionamento da aplicação. A seguir cada componente é descrito em maiores detalhes:

(a) Inicializador MCD-TV: responsável pela inicialização do sistema e recuperação dos cursos/disciplinas (contidos em arquivo do tipo OBA-MC XML) transmitidos pela emissora de TV junto com a aplicação;

(b) Apresentador de Cursos/Disciplinas: responsável pelo gerenciamento e exibição da lista de cursos/disciplinas na tela de acordo com as informações obtidas em arquivo do tipo OBA-MC XML;

[2] Disponível em: <http://di.uern.br/oba-mc/xsd/oba-mc.xsd>

(c) Visualizador de Mapa de Conteúdos: responsável pela exibição gráfica do MC disponível para o curso/disciplina selecionado pelo telespectador/aluno. O MC é construído sob demanda, respeitando as hierarquias e relacionamentos descritos em arquivo do tipo OBA-MC XML.

(d) Visualizador de Mapa de Dependências: responsável pela exibição gráfica do MD para um dado OE selecionado pelo telespectador/aluno. O MD também é construído sob demanda, de acordo com as descrições disponíveis em arquivo do tipo OBA-MC XML.

(e) Visualizador de pEPG: responsável por exibir o pEPG com a programação disponível (em qualquer emissora) e que tenha algum relacionamento com o conteúdo de cursos/disciplinas atualmente selecionado por meio da execução do Módulo de Recomendação.

(f) Pesquisador de Cursos/Disciplinas: responsável pela recuperação de cursos extras disponíveis no ROA de OBA-MC por meio do canal de retorno, exigindo conexão com a Internet e utilização de WS OBA-MC.

3.2.3 Diagrama de Atividades (DA)

Segundo Silva e Videira (2001), o DA representa os fluxos internos do processamento. Este tipo de diagrama torna mais fácil o entendimento do fluxo da aplicação sem precisar analisar linhas de código. A Figura 13 traz um DA que ilustra a utilização da aplicação (visão geral) por um telespectador/aluno.

De acordo com o diagrama da Figura 13 é possível perceber que tudo começa com a inicialização da aplicação MCD-TV, onde os diversos cursos/disciplinas transmitidos pela emissora (em formato OBA-MC XML) são lidos. Em seguida, a lista de cursos/disciplinas é apresentada na tela do dispositivo (como TV ou *smartphone*). O telespectador, então, pode escolher qualquer um dos cursos/disciplinas listados utilizando-se apenas das teclas direcionais (CIMA ou BAIXO) do controle remoto da TV ou pode acessar opções do menu por meio das teclas de cores (azul – para pesquisar; vermelha – para finalizar a aplicação). Quando um curso/disciplina for selecionado (tecla ENTER/OK) o MC é exibido na tela. Neste momento é possível visualizar os diversos conteúdos disponíveis, podendo-se: explorar os conteúdos que possuem OE ou subnível (por meio das teclas numéricas) ou então visualizar o pEPG (tecla azul). Quando o

telespectador/aluno estiver explorando um determinado conteúdo, poderá visualizar o MD (tecla ENTER/OK em um OE); ou ainda visualizar um subnível (recursividade para exibir MC dentro de MC). Outro DA importante é o que ilustra o funcionamento do Módulo de Recomendação, como pode ser visto na Figura 14.

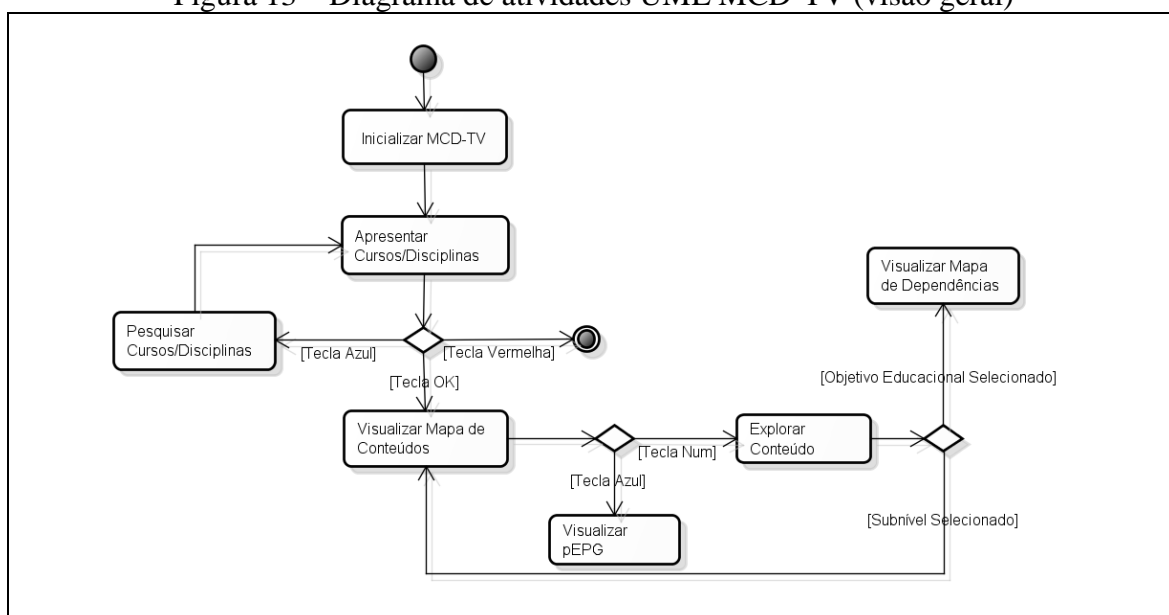
Figura 13 – Diagrama de atividades UML MCD-TV (visão geral)

Fonte: Lima et al. (2013a)

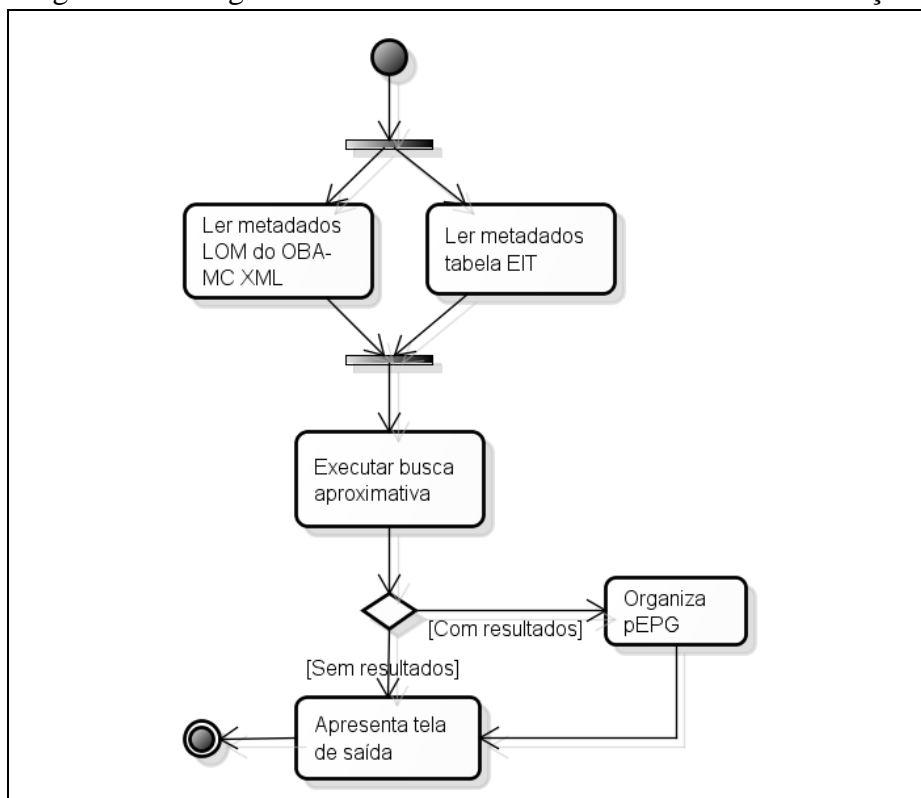
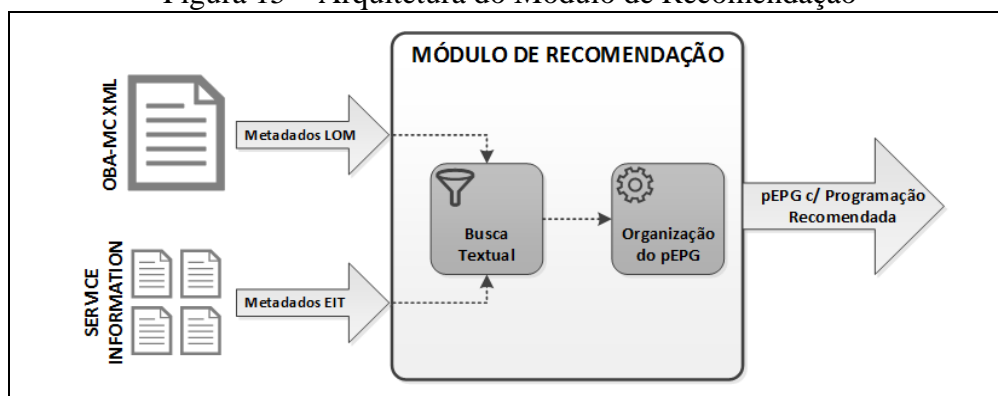
Figura 14 – Diagrama de atividades UML Módulo de Recomendação

De acordo com o diagrama da Figura 14 é possível visualizar que tudo se inicia com a leitura de metadados LOM (contidos em arquivo do tipo OBA-MC XML, descrito em maiores detalhes na Seção 3.4.1) e metadados das tabelas EIT (transmitidos pelas várias emissoras contendo a grade de programação). Esses metadados são então usados como entrada no algoritmo léxico de comparação de *strings*. O algoritmo faz a busca dos títulos dos conteúdos nas grades de programação à procura de semelhanças de termos em metadados OBA-MC XML do curso/disciplina selecionado, como: palavras-chave (`obaMC.lom.general.keyword`), título (`obaMC.lom.general.title`) e descrição (`obaMC.lom.general.description`). Se a busca produzir resultados, ou seja, se programas forem encontrados, eles serão organizados e preparados para exibição. Por fim a tela de saída é apresentada. Como forma de tornar o entendimento do Módulo de Recomendação mais claro, a Figura 15 apresenta o desenho de sua arquitetura.

Figura 15 – Arquitetura do Módulo de Recomendação

Fonte: Lima et al. (2013d)

3.2.4 Diagrama de Sequência (DS)

Segundo Silva e Videira (2001), o DS ilustra um conjunto de interações de acordo com uma visão temporal, sendo representado por duas dimensões: horizontal e vertical. A dimensão horizontal representa os objetos participantes e a dimensão vertical o tempo. Este tipo de diagrama é importante para que o desenvolvedor visualize as diversas relações e trocas de mensagens entre os componentes de uma forma mais clara.

Na Figura 16 tem-se um DS que representa as interações realizadas entre os diversos componentes envolvidos durante a operação de busca de conteúdos. Observe que o telespectador inicia a interação selecionando a opção de busca. Em seguida o módulo de

pesquisa entra em ação para construir (no *set-top box*) a mensagem do tipo SOAP para ser enviada ao WS. O WS recebe a mensagem e realiza uma busca no ROA de OBA-MC. A resposta do ROA é empacotada em uma resposta do tipo SOAP pelo WS. Por fim o módulo de pesquisa recebe a resposta e exibe para o telespectador a relação de cursos/disciplinas encontrados. É importante lembrar que a busca por cursos/disciplinas só pode ser executada corretamente se o receptor tiver conexão com a Internet por meio do canal de retorno.

Figura 16 – Diagrama de sequência UML para busca de conteúdos

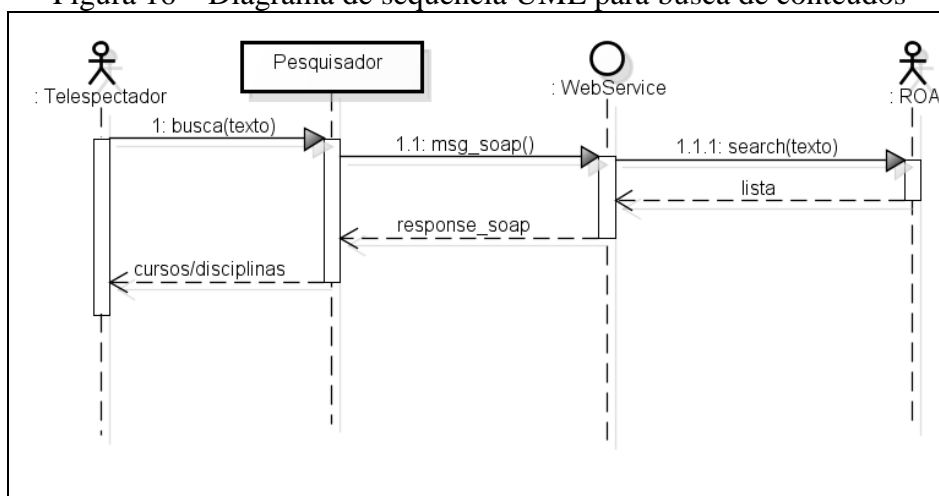
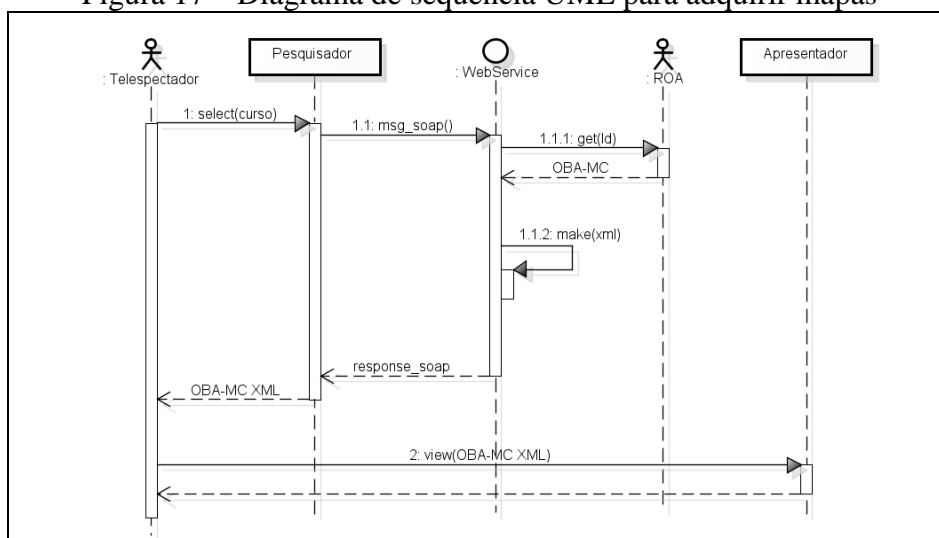



Figura 17 – Diagrama de sequência UML para adquirir mapas

Já na Figura 17 são ilustradas as interações realizadas durante a operação de aquisição de mapas extras no ROA de OBA-MC. Novamente é o telespectador quem inicia a interação, selecionando um curso/disciplina listado pelo serviço de busca. Em seguida o

módulo pesquisador constrói uma mensagem do tipo SOAP para ser enviada ao WS. O WS recebe a mensagem, lê o código identificador do curso/disciplina e obtém o pacote OBA-MC correspondente no ROA. Depois que o pacote é recebido pelo ROA os recursos são gravados em repositório local e o arquivo do tipo OBA-MC XML é construído, empacotado e enviado. Por fim o arquivo OBA-MC XML é enviado para o módulo apresentador e o MC poderá ser visualizado na tela. A aquisição de cursos/disciplinas extras também só pode ser executada corretamente se o receptor tiver conexão com a Internet por meio do canal de retorno.

3.3 PROTOTIPAÇÃO DE TELAS

Segundo Berkun (2000), protótipo é qualquer representação da ideia de um produto em projeto, quer seja ele tangível (como equipamentos, objetos do dia-a-dia, entre outros) ou intangível (como *software*). Em desenvolvimento de *software* os protótipos podem ser entendidos como uma representação gráfica, não necessariamente funcional, de um sistema em fase de projeto, quer seja para construção de algo novo ou aplicando processos de reengenharia (RUDD et al., 1996).

De acordo com Sommerville (2007), um protótipo pode ser usado nos diversos processos de *software*, como: (i) engenharia de requisitos, ajudando a identificar e validar requisitos do sistema; (ii) projeto do sistema, explorando soluções e apoiando o projeto de interface com o usuário; e (iii) testes do sistema. Mais especificamente na Engenharia de Requisitos, Sommerville (2003) explica que um protótipo de *software* ajuda a analisar e diminuir os riscos do projeto, além de trazer os seguintes benefícios:

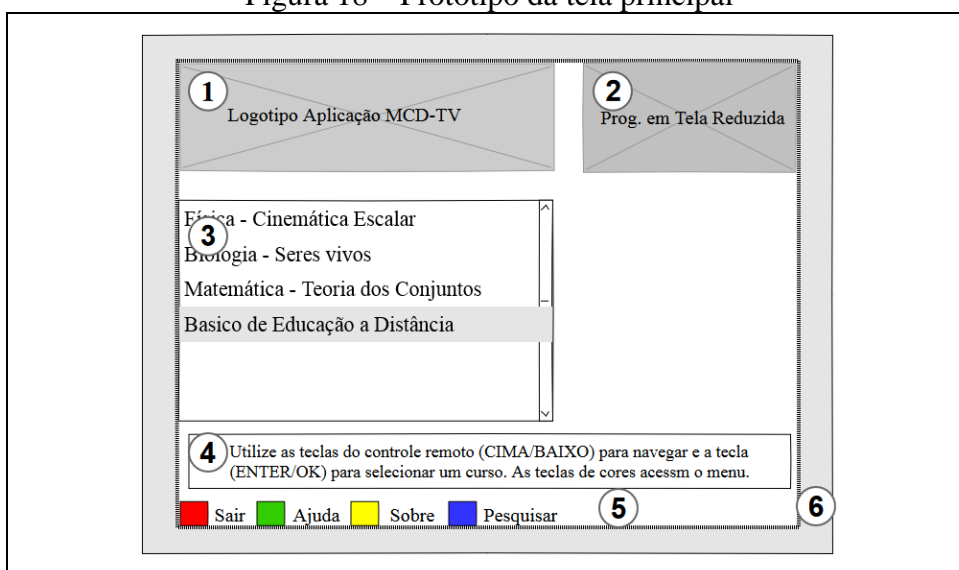
- Identificação de equívocos entre os desenvolvedores e usuários à medida que as funções são apresentadas;
- A equipe de desenvolvimento pode identificar requisitos incompletos ou inconsistentes;
- Fica mais simples apresentar a viabilidade e utilidade do projeto para área de gerência;
- O protótipo pode ser utilizado como uma base para escrever a especificação.

Também é importante saber que os protótipos de *software* possuem três categorias de fidelidade (grau de similaridade entre a interface gráfica do protótipo e o produto final):

baixa fidelidade (representação bem rudimentar), média fidelidade e alta fidelidade (resultado próximo ao idealizado) (ENGELBERG e SEFFAH, 2002). Nesta pesquisa foi utilizada a prototipagem em média fidelidade, pois ela agrega as melhores características da baixa e alta fidelidade (ENGELBERG e SEFFAH, 2002). Entre as principais vantagens se tem:

- Rapidez no desenvolvimento da interface;
- Facilidade na construção, sem exigência de habilidades técnicas;
- Possibilidade de explorar diferentes alternativas durante o projeto;
- Melhoria da comunicação entre os envolvidos no projeto.

Para a construção dos protótipos durante a fase de projeto foi utilizado o software *Pencil Project*, que é uma ferramenta gratuita e de código aberto para prototipação. Os protótipos criados seguiram as Recomendações Gerais para Projetos de Aplicações de TVDi (descritas no CAPÍTULO 2) e as Recomendações para *T-Learning* (ver ANEXO A).

Figura 18 – Protótipo da tela principal

A Figura 18 ilustra o protótipo da tela principal da aplicação MCD-TV em média definição. Observe que o *design* estético busca oferecer um padrão visual minimalista para facilitar sua utilização, evitando excesso de elementos na tela e poluição visual. A tela principal está dividida em sete áreas: 1 – local do logotipo da aplicação; 2 – tela reduzida onde a programação televisiva da emissora continua sendo reproduzida, possibilitando que o telespectador possa continuar assistindo TV enquanto utiliza as opções da aplicação

MCD-TV; 3 – lista de cursos/disciplinas enviados em *broadcasting* pela emissora; 4 – textos explicativos sobre como navegar e acionar as opções disponíveis; 5 – menu de opções que é acionado pelas teclas de cores do controle remoto; e 6 – margem de segurança para garantir que todos os elementos visuais estarão visíveis na tela da TV.

Já a Figura 19 apresenta o protótipo da tela de visualização de MC. Ela é carregada quando o telespectador seleciona algum curso/disciplina (listado na tela principal) pressionando a tecla ENTER/OK do controle remoto. Observe que o *design* (disposição dos elementos, cores e navegação) utilizado é muito parecido com o aplicado na tela principal. Esta consistência estabelece uma coerência na interface gráfica, facilitando sua utilização pelos usuários (NIELSEN, 1995).

Figura 19 – Protótipo da tela de visualização de MC

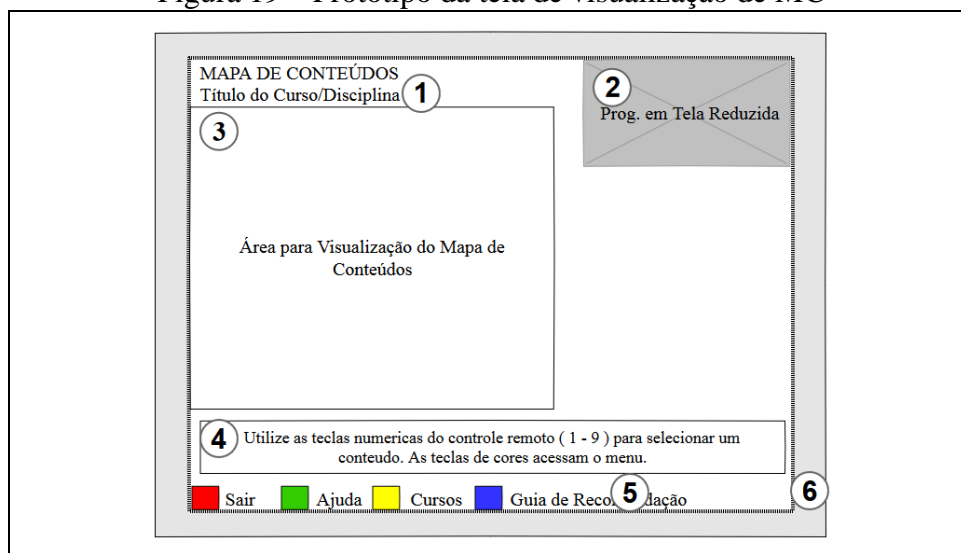
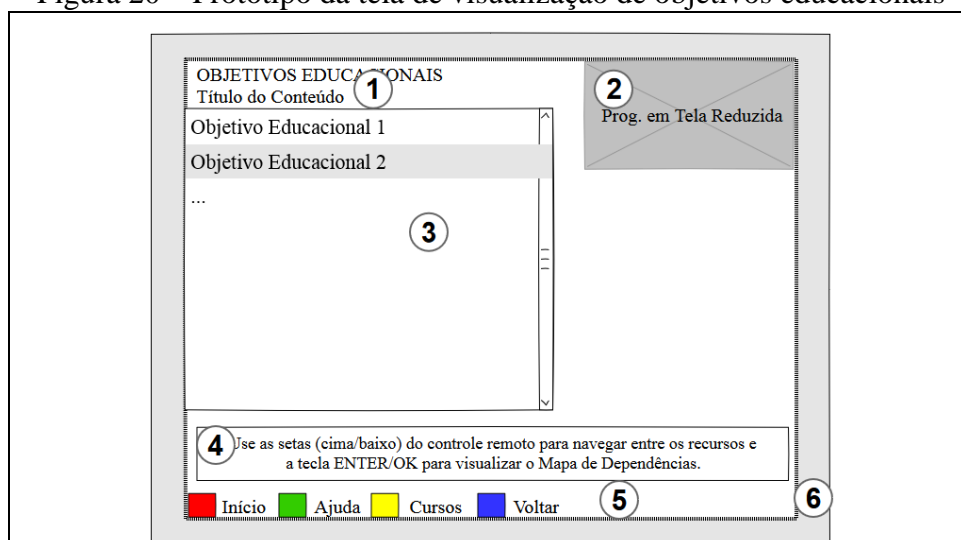
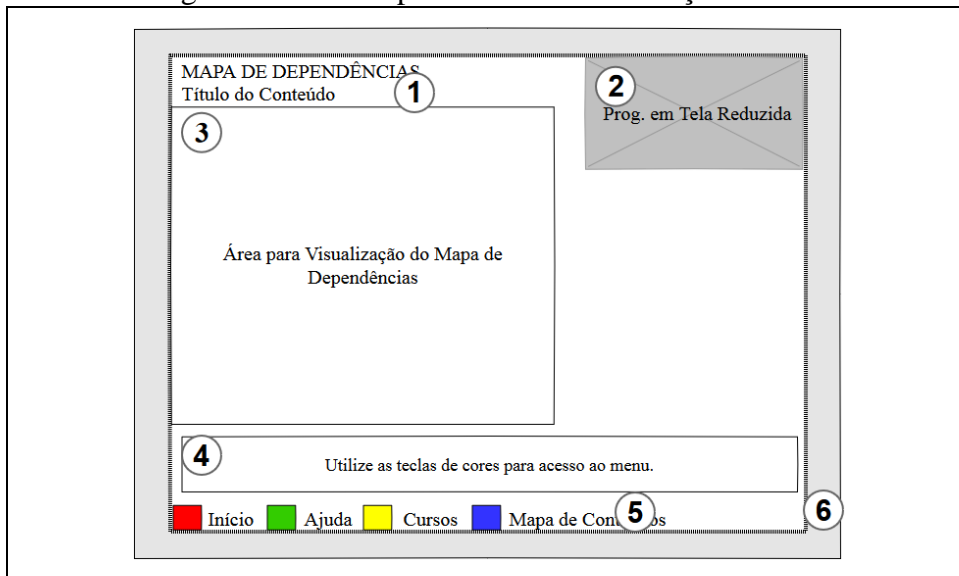



Figura 20 – Protótipo da tela de visualização de objetivos educacionais

A Figura 20 ilustra a tela de objetivos educacionais para um dado conteúdo selecionado no mapa. Perceba que o *design* permanece consistente com as telas previamente apresentadas, sendo também dividida em seis áreas.

Quando um OE é selecionado o MD correspondente é apresentado graficamente na tela, mantendo o padrão de *design*, como pode ser visto na Figura 21.

Figura 21 – Protótipo da tela de visualização de MD

Para facilitar o entendimento e codificação da navegação entre as diversas telas foi criado um mapa de navegação (ver APÊNDICE D). Este mapa apresenta todos os caminhos que podem ser utilizados pelo usuário durante a interação com o sistema.

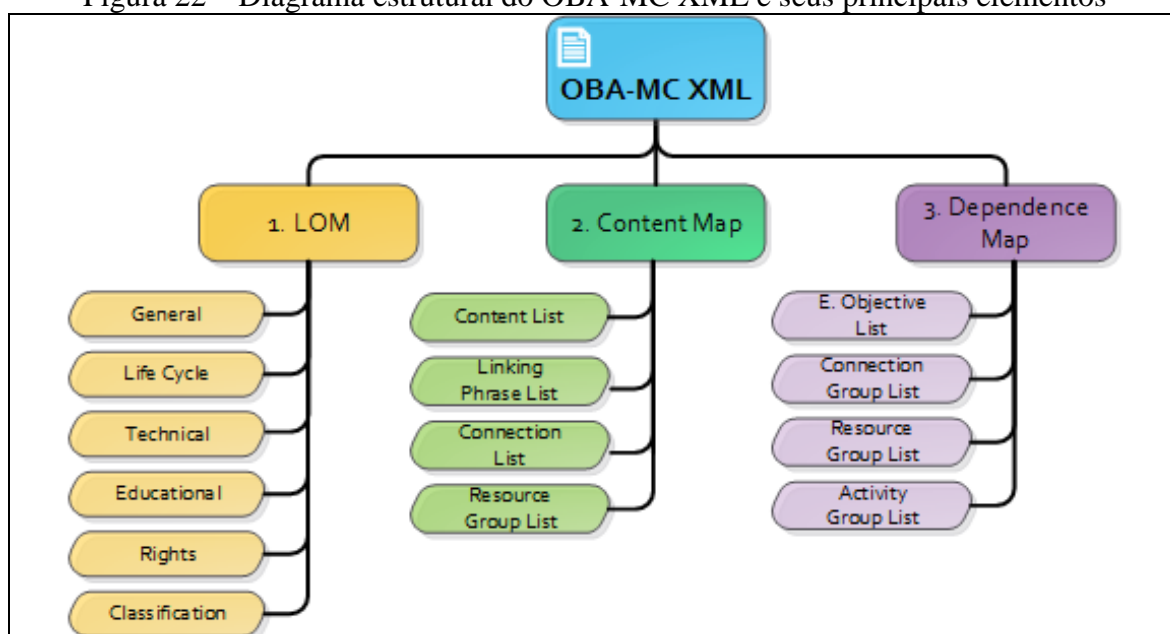
3.4 FERRAMENTAS DE APOIO

Para a operação de todas as funcionalidades da aplicação MCD-TV foi preciso desenvolver algumas ferramentas de apoio, como: OBA-MC XML e WS MCD-TV. Cada uma delas é descrita em maiores detalhes nas subseções seguintes:

3.4.1 OBA-MC XML

É um componente importante da arquitetura, sendo responsável pelo mapeamento da estrutura e recursos de pacotes OBA-MC, para que não ocorram problemas com os tamanhos de arquivos, como já foi mencionado.

O OBA-MC XML é composto por três seções básicas: (i) lom – contêm os diversos metadados importados do arquivo LOM presente no pacote OBA-MC; (ii) *content-map* – contêm os diversos elementos responsáveis pela descrição do MC encapsulado no pacote OBA-MC (composto por conteúdos, relacionamentos e recursos); e (iii) *dependence-map* – contêm os elementos responsáveis pela descrição do MD encapsulado no pacote OBA-MC (composto por objetivos educacionais, dependências, recursos e atividades). A Figura 22 ilustra a estrutura dos elementos componentes do OBA-MC XML. A estrutura é apresentada em inglês para manter fidelidade com o arquivo original em XML.

Figura 22 – Diagrama estrutural do OBA-MC XML e seus principais elementos

Fonte: Lima et al. (2013b)

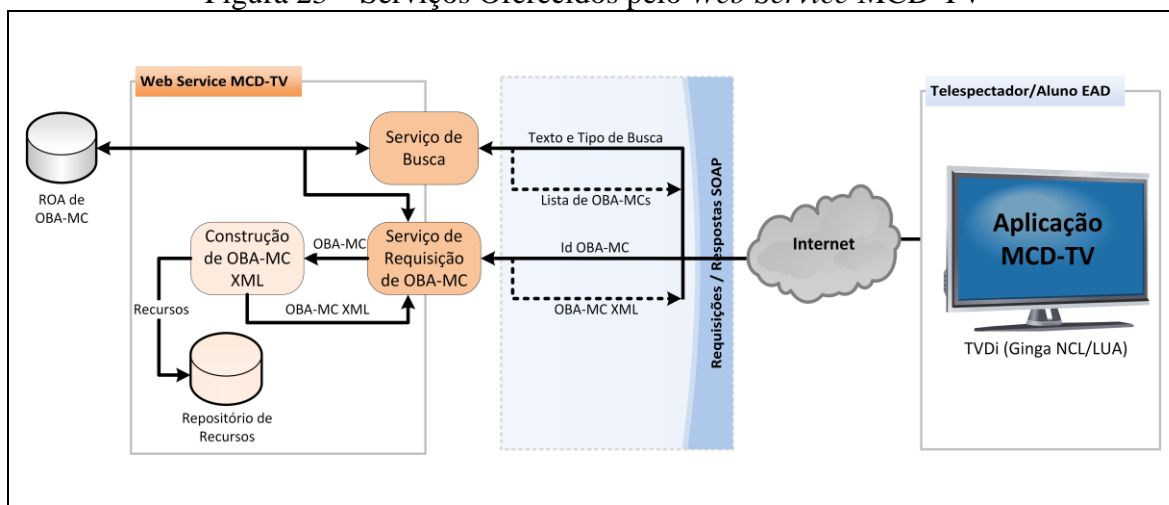
Para garantir que arquivos do tipo OBA-MC XML não contenha nenhum erro em sua estrutura, foi desenvolvido um OBA-MC XML *Schema*[3] baseado nos *schemas* de Mapas Conceituais (da ferramenta IHMC CmapTools[4]) e LOM, além da inclusão de elementos específicos das ferramentas MC e MD.

3.4.2 WS MDC-TV

Como foi discutido na Seção 3.1, o objetivo do WS OBA-MC é prover serviços por meio da *Web* como forma de auxiliar o funcionamento da aplicação MCD-TV. De acordo

[3] Disponível em: <http://di.uern.br/oba-mc/xsd/oba-mc.xsd>
[4] Disponível em: < http://cmap.ihmc.us/download/>

com Chappell e Jewell (2002), é possível disponibilizar um pedaço de lógica de negócio por meio de WS, que é uma tecnologia baseada em XML que oferece seus serviços na Internet, podendo conter de operações simples às complexas e que utiliza, nas trocas de mensagens, envelopes do tipo *Simple Object Access Protocol* (SOAP). SOAP é um protocolo de comunicação simples e extensível recomendado pelo *World Wide Web Consortium* (W3C) baseado em XML, sendo independente de plataforma e que utiliza a Internet para realizar toda a comunicação (W3SCHOOLS, 2012).

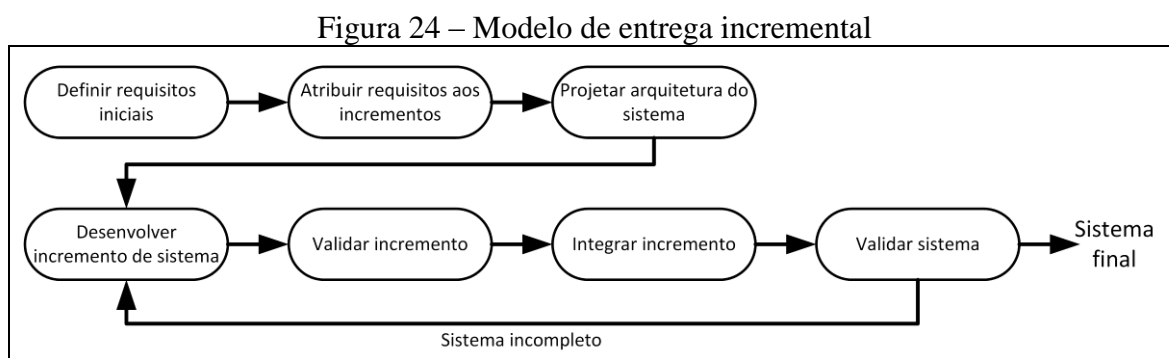
Figura 23 – Serviços Oferecidos pelo *Web Service* MCD-TV

A Figura 23 apresenta a arquitetura utilizada no WS MCD-TV. Nela é possível observar que estão disponibilizados pelo WS dois serviços: (i) Busca e (ii) Requisição de OBA-MC. Cada um dos serviços é descrito a seguir.

- Serviço de Busca: utilizado para localizar pacotes OBA-MC disponíveis no ROA que correspondem ao texto de busca utilizado. O resultado da busca é uma lista contendo as correspondências encontradas, onde são informados os títulos dos OAs e seus respectivos números identificadores.

- Serviço de Requisição de OBA-MC: responsável por (i) recuperar pacote OBA-MC do ROA de acordo com o número identificador informado; (ii) guardar, em um repositório local, os recursos associados ao pacote OBA-MC requisitado, preservando todas as associações; e (iii) construir o arquivo OBA-MC XML, que contém a descrição do pacote OBA-MC requisitado, mas sem os possíveis problemas com o tamanho do pacote.

3.5 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO MCD-TV

A fase de construção da aplicação utilizou um modelo de desenvolvimento baseado em entrega incremental, que de acordo com Sommerville (2007) combina as vantagens dos modelos em cascata (com fases bem definidas e grande produção de documentação) e evolucionário (com constante evolução do *software* ao longo das diversas iterações). A Figura 24 ilustra o modelo utilizado:

Figura 24 – Modelo de entrega incremental

Fonte: Sommerville (2007)

Embora os testes não estejam explicitamente contemplados no modelo utilizado, eles foram realizados durante o desenvolvimento de cada incremento, bem como na etapa de integração ao sistema.

Nesta fase algumas linguagens de programação foram escolhidas e utilizadas para a codificação das funcionalidades e módulos dos diversos sistemas envolvidos, como:

- PHP: para codificação dos serviços disponíveis no WS MCD-TV (PHP GROUP, 2013);
- NCL/LUA: para construção da estrutura visual da aplicação MCD-TV, definição da interação e construção de funcionalidades (SOARES e BARBOSA, 2009; SANT’ANNA et al., 2009; IERUSALIMSCHY, 2013).

Algumas bibliotecas/ferramentas foram utilizadas para que o processo de desenvolvimento fosse mais acelerado, entre elas estão:

- NuSOAP[5]: um conjunto de classes em PHP que permitem a criação e acesso de WS baseados em SOAP;

---

[5] Disponível em: <http://sourceforge.net/projects/nusoap/>

- NCLuaSOAP[6]: um módulo criado por Silva Filho e Gondim (2011), sendo escrito totalmente em Lua e que permite o acesso a WS SOAP a partir de aplicações de TV Digital;
- NCLua HTTP[7]: módulo para utilização de requisições utilizando o protocolo HTTP;
- LuaXML[8]: um *parser* escrito em Lua para manipulação de arquivos XML.

Também foi necessário realizar a montagem de um pequeno laboratório de TV Digital para dar melhor suporte ao desenvolvimento da aplicação MCD-TV e realização de testes. O laboratório foi estruturado com alguns equipamentos e *softwares*, entre os principais estão:

- TV Digital Interativa *Full HD*: equipamento para exibição da aplicação MCD-TV e programação televisiva digital;
- EITV *Developer Box*: um *set-top box* com interatividade completa para desenvolvedor, utilizado para executar/testar a aplicação MCD-TV;
- Ginga4Windows[9]: utilizado na execução/testes de aplicações NCL em ambiente Windows;
- IDE Eclipse[10]: utilizado para a codificação da aplicação MCD-TV;
- NCL *Composer*[11]: ferramenta multiplataforma para criar aplicações interativas com NCL;
- NCL Eclipse[12]: *plug-in* para dar suporte a NCL no ambiente Eclipse;
- Servidor Apache: um servidor *Web* utilizado para disponibilização dos serviços do WS MCD-TV;
- Servidor MySQL: um gerenciador de banco de dados responsável por armazenar e disponibilizar as informações dos pacotes de OBA-MC disponíveis para a aplicação MCD-TV;
- VLC *Media Player*[13]: utilizado para simulação de transmissão televisiva via rede local (IPTV);

---

[6] Disponível em: <http://manoelcampos.com/tvd/nclua-soap/>
[7] Disponível em: <http://github.com/manoelcampos/NCLuaHTTP>
[8] Disponível em: <http://manoelcampos.com/wp-content/uploads/Lua-Users.org-LuaXml-Sample.zip>
[9] Disponível em: < http://www.ncl.org.br/pt-br/ferramentas>
[10] Disponível em: < http://www.eclipse.org/>
[11] Disponível em: <http://www.ncl.org.br/pt-br/autoria>
[12] Disponível em: < http://laws.deinf.ufma.br/~ncleclipse/>

- VMware: máquina virtual responsável por executar um *set-top box* virtual para execução/testes;

É importante destacar que as diversas interfaces gráficas com o usuário foram criadas de acordo com as definições e *layouts* estabelecidos na fase de prototipação de telas (ver Seção 3.3). Ao final da fase de desenvolvimento foram entregues os seguintes produtos de *software*:

- Aplicação interativa MCD-TV;
- WS MCD-TV;
- OBA-MC XML s*chema*;
- Banco de dados local para o WS MCD-TV.

3.6 PROBLEMAS ENFRENTADOS NO DESENVOLVIMENTO

Durante o desenvolvimento da aplicação MCD-TV, alguns problemas ocorreram com relação a não total implementação das normas da ABNT para o Ginga nos *set-top boxes* utilizados. Esta não conformidade impactou em algumas alterações de projeto para que a arquitetura da aplicação pudesse ser construída da melhor forma.

Entre as principais falhas de não implementação das normas para o Ginga foram:

- Edição de página NCL em tempo de execução com NCLEdit. A norma especifica que elementos podem ser adicionados e/ou excluídos de uma página NCL. Esta característica é importante, por exemplo, para criar menus dinâmicos nas páginas NCL. Nenhum dos *set-top boxes* utilizados implementaram esta característica;

- Captura de eventos pelo nome. Esta característica permite que uma aplicação Lua consiga chavear trechos de código de acordo com o nome do evento. Esta característica não estava disponível no *set-top box* da EITV. O fabricante informou que na próxima *release* o problema estará corrigido;

---

[13] Disponível em: <http://www.videolan.org/vlc/>

- Manipulação direta da grade de programação (EPG) enviada pela emissora de TV. Esta característica permite o acesso aos dados enviados em *streaming* contendo a programação da emissora. Não foi possível o acesso em nenhum dos *set-top boxes* testados. O fabricante da EITV informou que este acesso só estará disponível em uma próxima *release*.

Embora estes problemas tenham eventualmente atrapalhado algumas características da aplicação, eles não impediram a construção de um protótipo com desempenho satisfatório.

3.7 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram descritas todas as etapas envolvidas no projeto de construção da aplicação interativa MCD-TV e de suas ferramentas auxiliares, contemplando arquitetura, modelagem UML, prototipação de telas, recomendações de usabilidade e desenvolvimento de *software*. É um capítulo de suma importância, visto que mostra a aplicação de diversas técnicas de engenharia de *software* ao longo das fases do projeto até a entrega do produto final.

Embora tenham sido detectados alguns problemas de limitação tecnológica da implementação do Ginga nos *set-top boxes* durante a fase de desenvolvimento, o projeto consegue atingir os objetivos principais desta dissertação, entregando uma aplicação interativa que amplia o processo de ensino-aprendizagem no ambiente de TV Digital por meio da utilização de mapas (MC e MD) e serviço de recomendação de programação televisiva educativa; além de oferecer uma documentação completa para suporte à continuidade da pesquisa, facilitando a inclusão de melhorias.

Dando continuidade, o próximo capítulo traz a utilização da aplicação MCD-TV, mostrando em maiores detalhes seu funcionamento e descrevendo as opções disponíveis ao telespectador/aluno, incluindo a apresentação das telas finais da aplicação e a interação utilizada.

4. ESTUDO DE CASO

Este capítulo tem por objetivo apresentar um exemplo prático da utilização da aplicação interativa MCD-TV. Neste sentido, será criado um pacote da aplicação contendo dois cursos/disciplinas que será executado em três ambientes de execução distintos para que comparações possam ser realizadas, destacando as vantagens e contribuições oferecidas pela aplicação. Desse modo, este capítulo encontra-se organizado da seguinte forma: a Seção 4.1 traz as configurações iniciais que devem ser realizadas a fim de preparar a aplicação para distribuição/transmissão. Na Seção 4.2 são apresentados os três ambientes de execução onde a aplicação foi testada. A Seção 4.3 apresenta um quadro com os resultados das observações realizadas durante os testes. Na Seção 4.4 são demonstradas as vantagens e contribuições da aplicação MCD-TV. Por fim, na Seção 4.5 são abordadas as considerações finais sobre este capítulo.

4.1 CONFIGURAÇÕES INICIAIS

Antes do pacote da aplicação MCD-TV ser distribuído/transmitido, são necessárias algumas configurações básicas: (i) inclusão das descrições dos cursos/disciplinas embarcados juntos com a aplicação; (ii) copia dos arquivos OBA-MC XML dos respectivos cursos/disciplinas previamente descritos. Estas configurações permitem que os telespectadores consigam visualizar os mapas (MC e MD), além de acessar o Guia de Programação Recomendada sem a necessidade de ter conexão com a Internet, ou seja, sem a utilização do canal de retorno ou interatividade.

4.1.1 Arquivo de Descrição de Cursos/Disciplinas

Como a aplicação MCD-TV é desenvolvida em NCL/Lua, o arquivo de descrição de cursos/disciplinas (`cursos.lua`) é um arquivo Lua contendo a estrutura de descrições em forma de tabela (tipo *table*), como pode ser visualizado na Figura 25. Não é necessário programar em Lua para configurar corretamente o arquivo, pois o mesmo é formado por apenas três informações básicas: (i) o número identificador do curso/disciplina; (ii) o nome do arquivo OBA-MC XML associado; e (iii) o título do curso/disciplina.

Figura 25 – Arquivo de configuração de cursos/disciplinas (`cursos.lua`)

```
listacursos = {
  { id = 1,
    filename = 'EducacaoDistancia.xml',
    title = 'Educacao a Distancia'
  },
  {
    id = 2,
    filename = 'VerboToBePronomesPessoais.xml',
    title = 'Verbo To Be e os Pronomes Pessoais'
  }
}
```

Ainda com relação à Figura 25, é importante alertar que os nomes de arquivos (atributos *filename*) não devem ter nenhum indicador de caminho, visto que eles são armazenados em uma pasta específica e que os identificadores (atributos *id*) devem ter um valor sequencial e sem repetições, iniciando com o valor um.

A lista de cursos/disciplinas é feita de acordo com as necessidades e interesses da emissora, embora seja recomendável que a lista seja compatível com a programação educativa transmitida. O arquivo contendo estas configurações fica localizado dentro da pasta `config` na estrutura de arquivos do pacote da aplicação MCD-TV.

4.1.2 Arquivo OBA-MC XML

Cada curso/disciplina descrito na subseção anterior deve ter pelo menos um arquivo OBA-MC XML associado. Este arquivo é fundamental para o sistema, pois contém o mapeamento de pacotes OBA-MC. Para maiores detalhes reveja a Seção 3.4.1.

Prosseguindo com o exemplo proposto é preciso adicionar ao menos dois arquivos OBA-MC XML na pasta `xml` (disponível no pacote da aplicação MCD-TV). A Figura 26 ilustra o conteúdo desta pasta.

Figura 26 – Pasta `xml` no pacote da aplicação MCD-TV

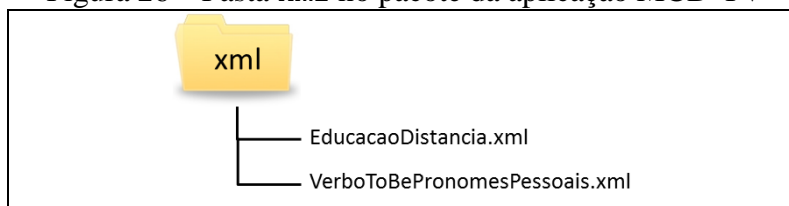
```
xml
 ├── EducacaoDistancia.xml
 └── VerboToBePronomesPessoais.xml
```

Caso algum conteúdo disponível, em qualquer curso/disciplina, venha possuir subnível (MC dentro de MC – recursividade), o arquivo OBA-MC XML correspondente ao subnível também deverá ser adicionado à pasta `xml`. Subníveis são descritos por meio da *tag* `<resource>`, como pode ser visualizado na Figura 27.

Figura 27 – Definição de subnível em arquivo OBA-MC XML

```
...
<resourceGroupList>
  <resource id="450"
            parentId = "150"
            label = "MapaConceitual"
            resourceName = "MapaConceitual"
            resourceMimetype = "x-obamc/x-storable"
            resourceURL = "./xml/EducacaoDistancia.xml">
     <description description= "subnível" />
  </resource>
</resourceGroupList>
...
```

No trecho do arquivo OBA-MC XML apresentado na Figura 27, as informações mais importantes estão nos atributos `id` (que contém o número do identificador do conteúdo que possui subnível), `resourceMimetype` (atributo que deve ser do tipo `x-obamc/x-storable` para que o subnível possa ser reconhecido pelo sistema), e `resourceURL` (que deve indicar o caminho para o carregamento correto do subnível). O caminho utilizado indica que o arquivo está dentro da pasta `xml` (partindo da base de instalação do sistema).

Terminada as configurações iniciais, a aplicação está pronta para ser empacotada e distribuída/transmitida para um *set-top box* para que possa ser executada.

4.2 APLICAÇÃO MCD-TV EM EXECUÇÃO

Para verificar o comportamento da aplicação MCD-TV foram utilizados três ambientes de execução distintos: um *set-top box* real (EITV *Developer Boxer* com Interatividade Completa); um *set-top box* virtual (GINGA-NCL VIRTUAL STB); e um Ginga *player* para Windows (Ginga4Windows). Mas antes que a aplicação seja executada é preciso fazer algumas configurações, descritas nas próximas seções:

4.2.1 Utilizando S*et-top Box* Real

O *set-top box* para desenvolvedor da EITV possui algumas características especiais que facilitam a execução e a realização de testes de aplicações em pequenos laboratórios de TV Digital, como: interatividade completa (Ginga-J ou Ginga-NCL); recebimento de aplicações via *broadcasting*, dispositivo USB ou por conexão de rede; sistema de *log*; recepção de IPTV; entre outras. A seguir são descritos os passos necessários para realizar o envio do pacote da aplicação MCD-TV por meio de uma conexão de rede.

4.2.1.1 Distribuição da aplicação utilizando conexão de rede

Antes de transmitir a aplicação MCD-TV é preciso obrigatoriamente criar um pacote compactado (do tipo zip), contendo toda a estrutura de pastas e arquivos utilizados. Na construção deste exemplo foi criado um arquivo chamado `mcdtv_project.zip`.

Em seguida, é preciso verificar qual endereço IP está sendo utilizando pelo *set-top box* por meio do acesso das suas configurações de rede. Para isto basta pressionar a tecla “Menu” no controle remoto e selecionar “Configurações de Rede”. Esta informação é importante para que seja possível fazer uma conexão *Web* e posterior envio da aplicação por um *brower* qualquer. A Figura 28 ilustra a configuração de rede utilizado no *set-top box* para este exemplo.

Figura 28 – Configuração de rede utilizada no *set-top box*.

De posse do número IP, acessa-se o servidor *Web* do *set-top box* por meio de qualquer *browser* (digite na barra de endereços `http://ip_do_set-top_box`). Quando a tela principal for carregada, selecione a opção “*Embedded applications*”. Será exibida a lista de aplicações embarcadas, um formulário para cadastro de novas aplicações e o total de memória disponível. A Figura 29 ilustra o cadastro da aplicação MCD-TV.

Figura 29 – Cadastro da aplicação MCD-TV no *set-top box* de testes.

É importante observar ainda que no exemplo da Figura 29 não existe nenhuma aplicação cadastrada e que a memória disponível para as diversas aplicações possui um tamanho ínfimo, inferior a 20*MBytes*.

Agora que a aplicação MCD-TV foi instalada no *set-top box*, ela está disponível para ser acionada a qualquer momento, bastando para isto teclar a função “Menu” no controle remoto, selecionando em seguida a opção “Ginga” e por fim a aplicação MCD-TV.

4.2.2 Utilizando S*et-top Box* Virtual

O Virtual STB é uma implementação de referência criada pela PUC-Rio que é executada por uma máquina virtual Linux para VMware, contendo o Ginga-NCL. Ela

possui algumas características que ajudam no desenvolvimento/testes de aplicações interativas, como: integração ao IDE Eclipe; não necessita de televisor para visualizar a saída das aplicações; possui sistema de *logs*; entre outras. Também existe o Ginga4Windows, que é um *player* Ginga-NCL para o ambiente Windows, que realiza testes de aplicações Ginga-NCL de forma simples e rápida, não necessitando nenhuma configuração especial.

4.2.2.1 Distribuição da aplicação com Virtual STB

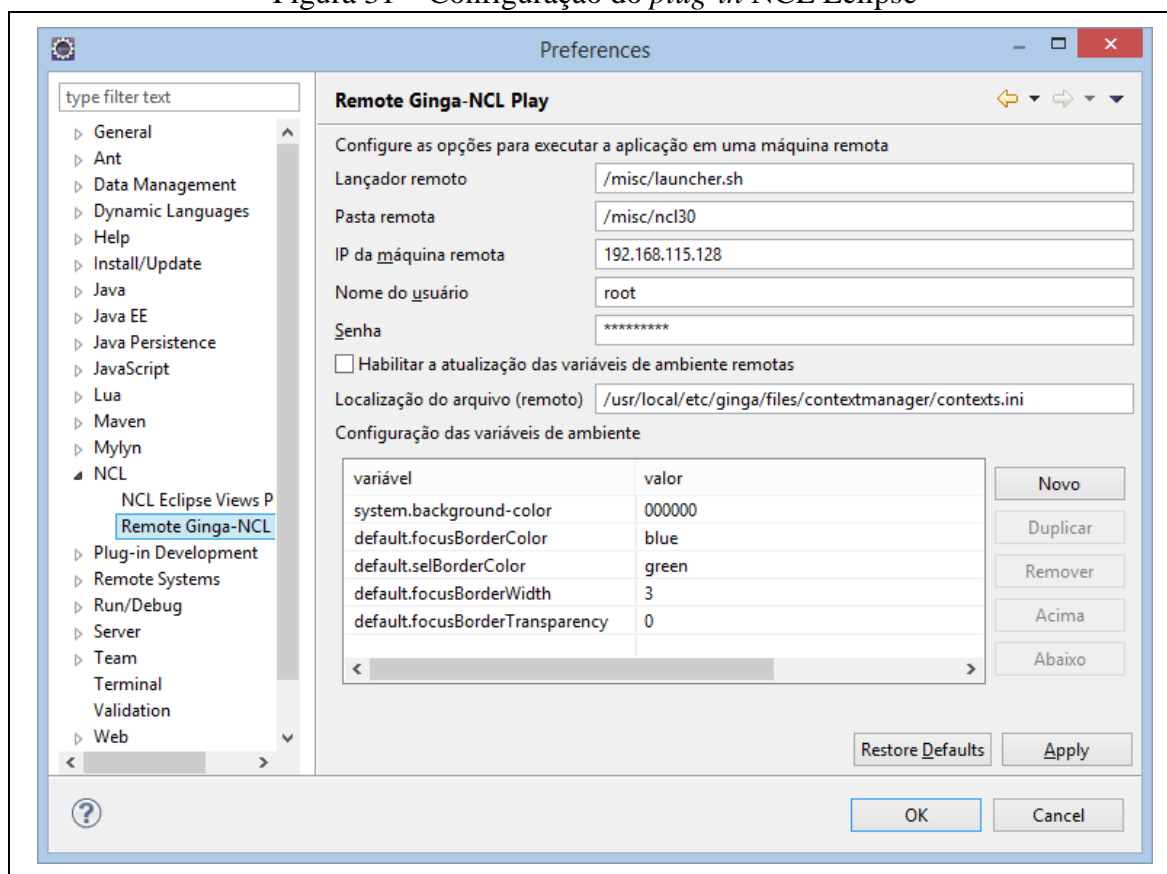
Existem duas formas para enviar uma aplicação NCL-Ginga para o Virtual STB: (i) acessando a máquina virtual manualmente, copiando os arquivos necessários e chamando o *script* de execução da aplicação; ou (ii) utilizando o *plug-in* NCL Eclipse, que realiza todos os passos necessários de forma automatizada e integrada à IDE Eclipse. Por praticidade este trabalho apresenta a segunda forma de distribuição.

Com o Virtual STB carregado no VMware, deve-se verificar o endereço IP que está sendo exibido no canto inferior esquerdo, como ilustrado na Figura 30.

Figura 30 – Virtual STB carregado no VMware

De posse do endereço IP, basta abrir seu projeto no Eclipse, selecionar no menu de opções: "*Window* → *Preferences*", e depois "NCL → *Remote* Ginga-NCL". É preciso

configurar as opções de acordo com as dicas contidas na tela do Virtual STB. A Figura 31 apresenta a tela de configuração do *plug-in* no Eclipse.

Figura 31 – Configuração do *plug-in* NCL Eclipse

Finalmente, com o *plug-in* configurado, basta abrir o código principal da aplicação em NCL e selecionar no menu de opção "*Run* → *Run As* → NCL *Application*". O *plug-in* irá acessar o Virtual STB, copiar os arquivos do projeto e chamar o *script* de execução.

4.2.3 Telas de Saída da Execução

Para facilitar a análise do comportamento da aplicação nos três ambientes distintos de execução, as telas de saída das principais funcionalidades foram agrupadas e são apresentadas a seguir, dando maior ênfase ao *set-top box* da EITV.

A Figura 32 apresenta a tela inicial da aplicação MCD-TV. Nela o telespectador/aluno visualiza o logotipo da aplicação, informações sobre as instituições fomentadoras, as tecnologias utilizadas (Ginga-NCL e Lua), além das opções "Sair" e

"Iniciar". Observe que a programação atualmente transmitida pela emissora de TV foi configurada para ter seu tamanho reduzido, estando posicionada no topo esquerdo da tela (em conformidade com o *layout* definido nos protótipos de telas da Seção 3.3). Dos ambientes testados, apenas o EITV *Developer Box* apresentou a programação transmitida por possuir receptor digital.

Figura 32 – Tela inicial da aplicação MCD-TV

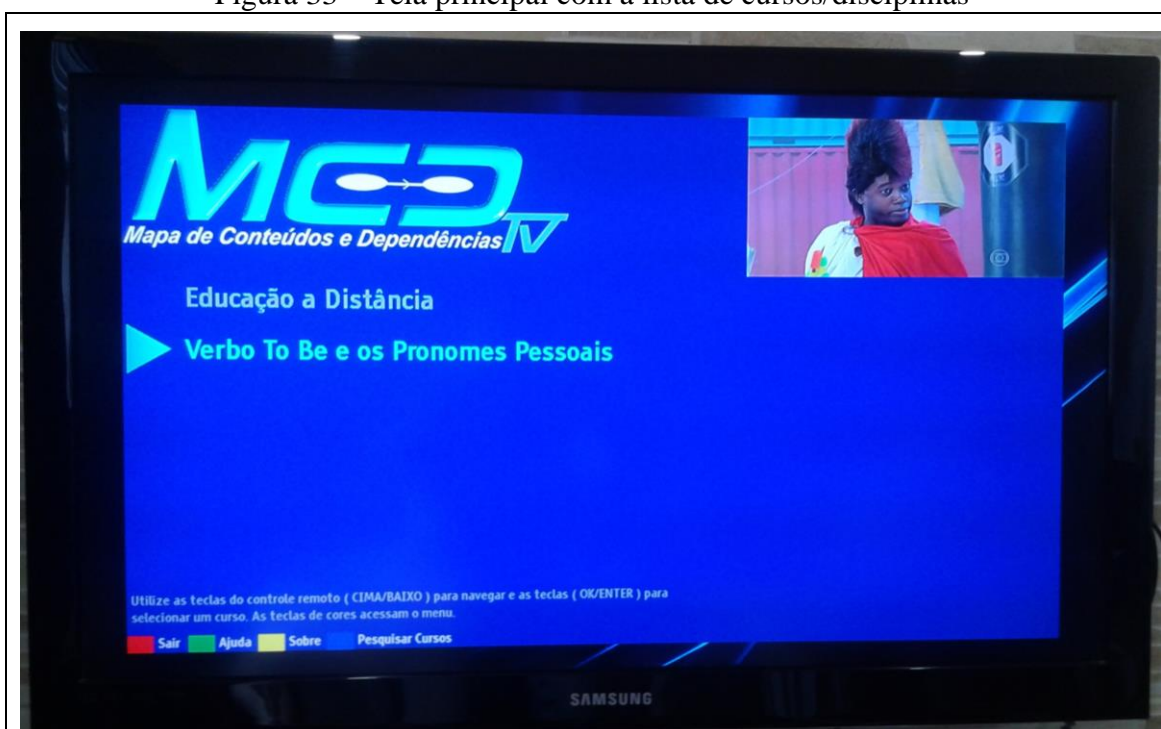
a) EITV *Developer Box*

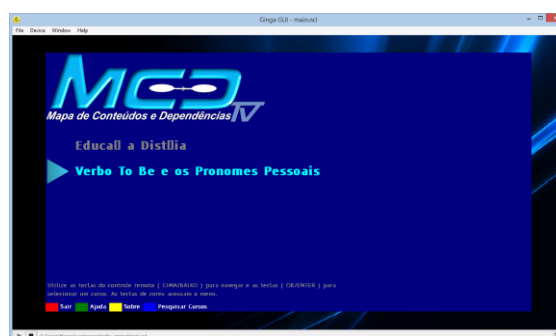
b) STB Virtual

c) Ginga4Windows

As duas opções presentes na tela inicial ("Sair e "Iniciar") são importantes para que seja possível disponibilizar uma porta de saída em todas as telas subsequentes da aplicação (sem causar nenhum tipo de erro); e para inicializar as funcionalidades da aplicação (desenvolvidas totalmente em NCLua).

Se o telespectador pressionar a tecla “OK/Enter” do controle remoto na opção “Iniciar”, a tela da Figura 33 é carregada. Nela é exibida a lista de cursos/disciplinas que foram previamente configurados e estão disponíveis no pacote da aplicação MCD-TV (conforme visto na Seção 4.1).

Figura 33 – Tela principal com a lista de cursos/disciplinas

a) EITV *Developer Box*

b) STB Virtual

c) Ginga4Windows

O telespectador/aluno pode alternar entre os itens da lista por meio das setas direcionais (“Cima” ou “Baixo”) do controle remoto; selecionar um determinado curso/disciplina com a tecla “OK/Enter”; ou ainda acessar qualquer uma das ações disponíveis por meio da utilização do menu de cores (conforme as orientações dos protótipos de telas apresentados na Seção 3.3).

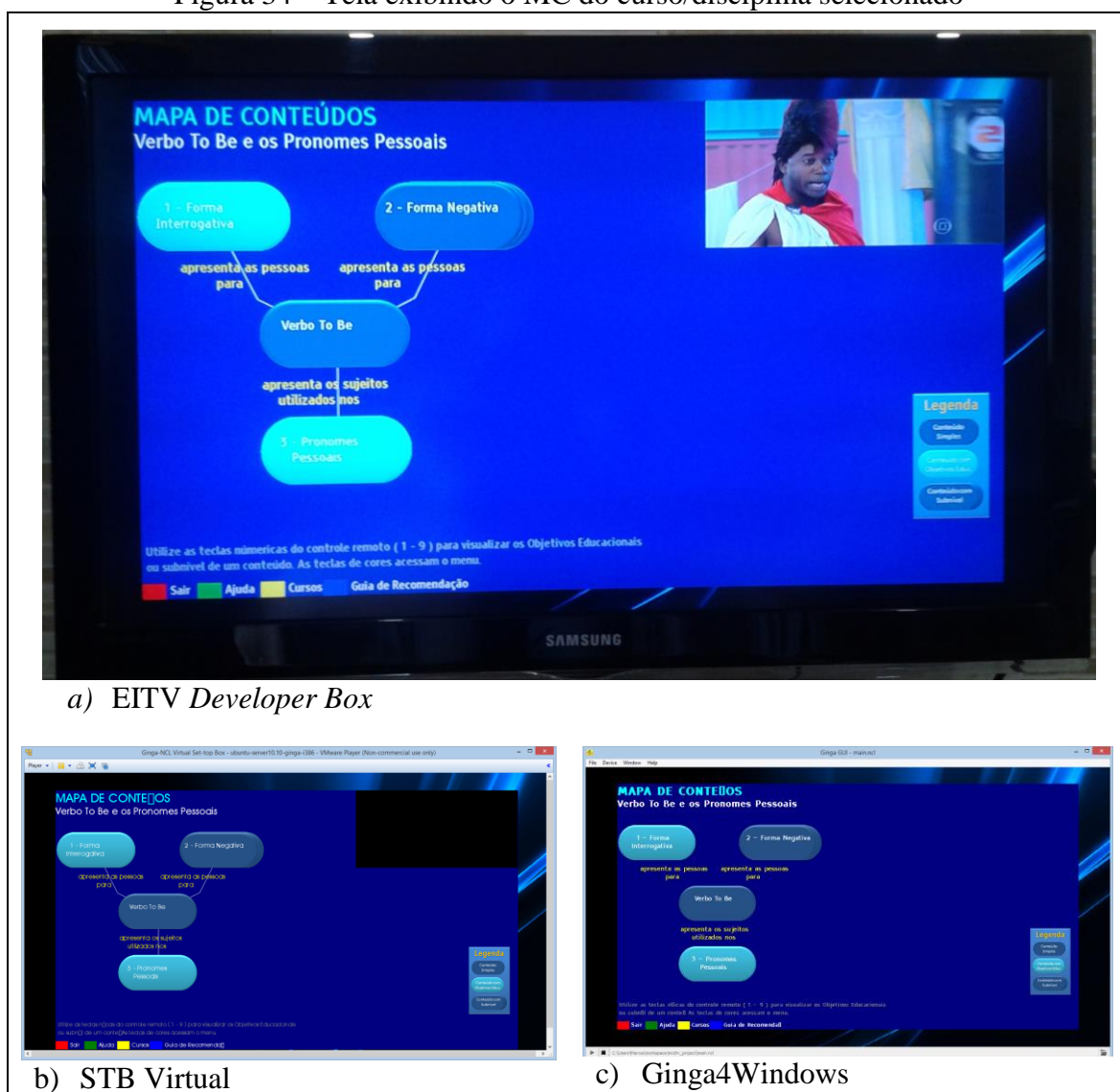
Observe ainda que os acentos das palavras só aparecem corretamente no EITV *Developer Box*. Nos outros dois ambientes testados não foi possível trocar a codificação utilizada para ISO 8859-1 (Português) com o uso de *tag* XML e tipo de codificação utilizada no arquivo fonte.

Quando um curso/disciplina é selecionado, seu MC é construído (de acordo com as definições presentes no arquivo OBA-MC XML) e exibido na tela, como pode ser visto na Figura 34. Observe que no ambiente do Ginga4Windows as linhas que ligam os conteúdos não apareceram, indicando erro do *player* na exibição da função NCLua "`canvas:line`".

Figura 34 – Tela exibindo o MC do curso/disciplina selecionado

a) EITV *Developer Box*

b) STB Virtual

c) Ginga4Windows

Para facilitar ainda mais o entendimento do gráfico, além da opção de "Ajuda", acionada por meio do menu de cores, existe uma pequena legenda, localizada no canto

inferior direito da tela, indicando os três tipos de conteúdos que podem ser encontrados no MC: (i) conteúdo simples; (ii) conteúdo com OE; e (iii) conteúdo com subnível. No exemplo ilustrado na Figura 34 existem dois conteúdos com OE (na cor azul piscina) e um conteúdo com subnível (elemento com várias camadas). Cada um deles pode ser selecionado por meio da tecla numérica do controle remoto. Este tipo de acesso é recomendado porque facilita a seleção de um dado conteúdo pelo telespectador/aluno já que ele é bastante familiarizado com as teclas numéricas do controle remoto.

Se algum conteúdo com subnível for selecionado, seu MC será apresentado na tela (recursividade). Mas se algum conteúdo com OE for selecionado, a Figura 35 será exibida na tela, trazendo a lista de OEs associados ao conteúdo. No exemplo ilustrado foram listados os dois OEs do conteúdo "Forma Interrogativa".

Figura 35 – Tela exibindo a lista de OEs de um conteúdo selecionado

a) EITV *Developer Box*

b) STB Virtual

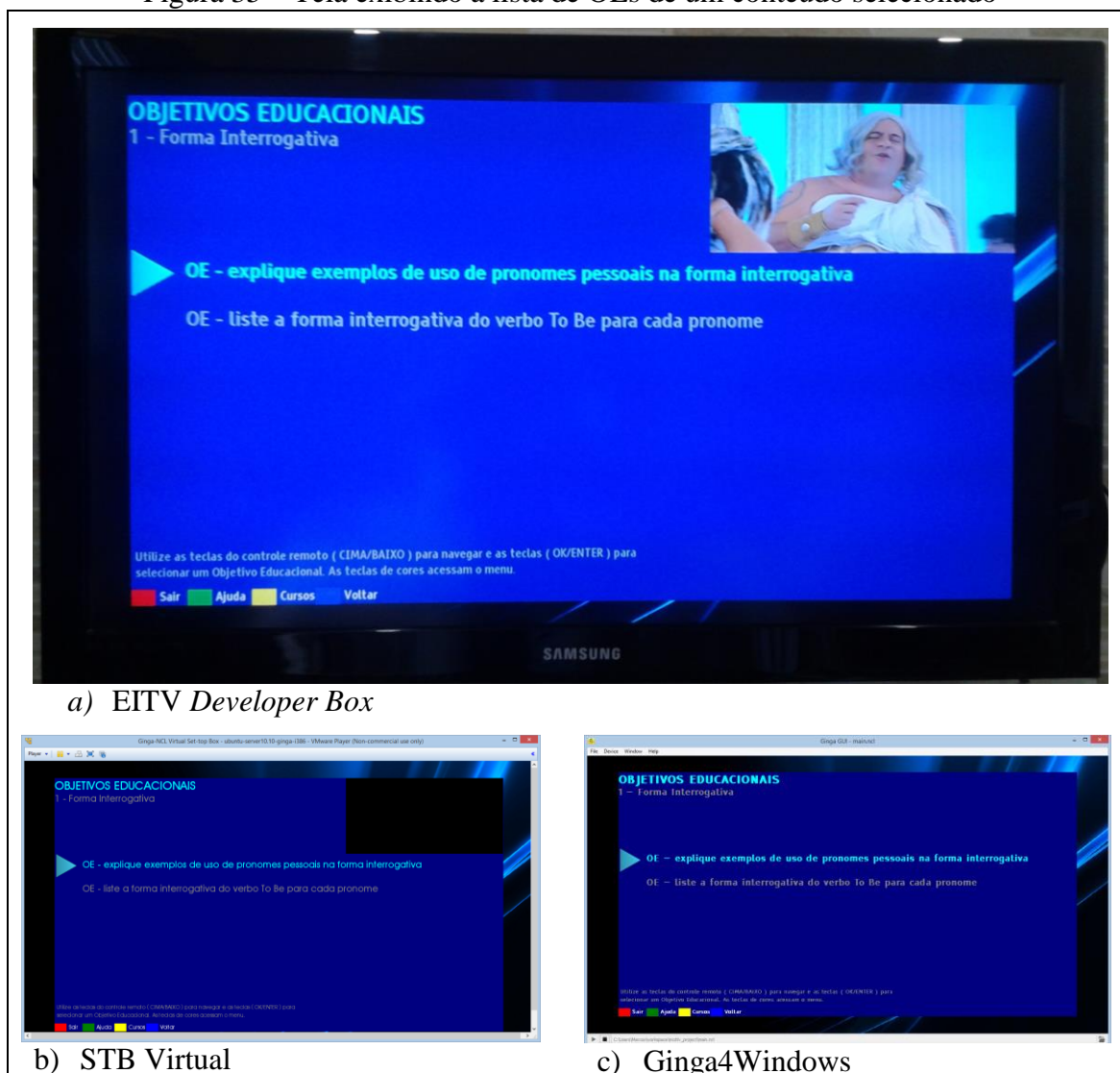
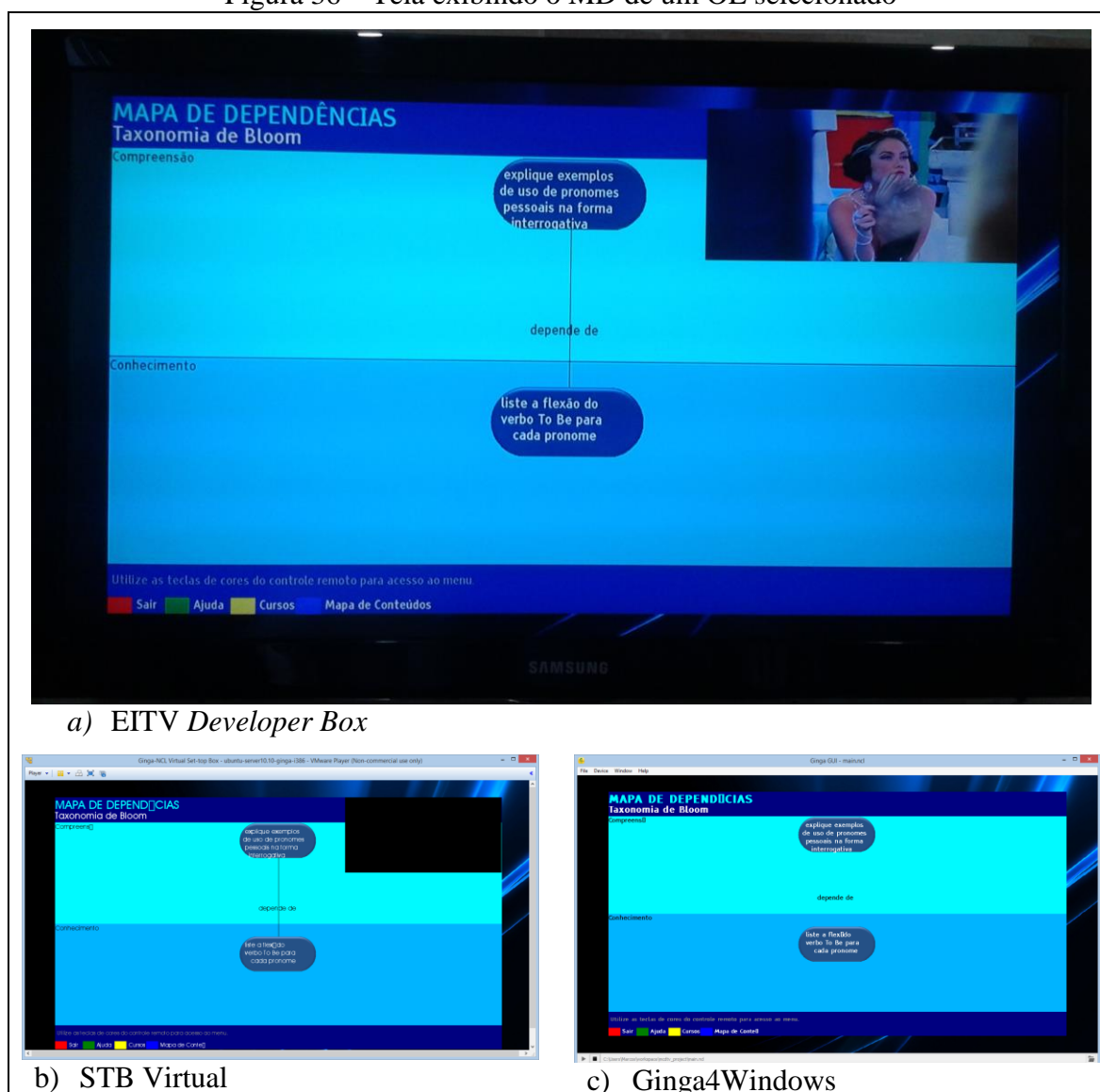
c) Ginga4Windows

Quando um OE for selecionado pelo telespectador com a tecla “Enter/OK”, o MD correspondente será exibido na tela, como pode ser visto na Figura 36. É importante destacar que é recomendado que a tela seja dividida de acordo com a quantidade dos níveis da Taxonomia de Bloom lidos, (conforme apresentado na Seção 2.3).

Figura 36 – Tela exibindo o MD de um OE selecionado

a) EITV *Developer Box*

b) STB Virtual

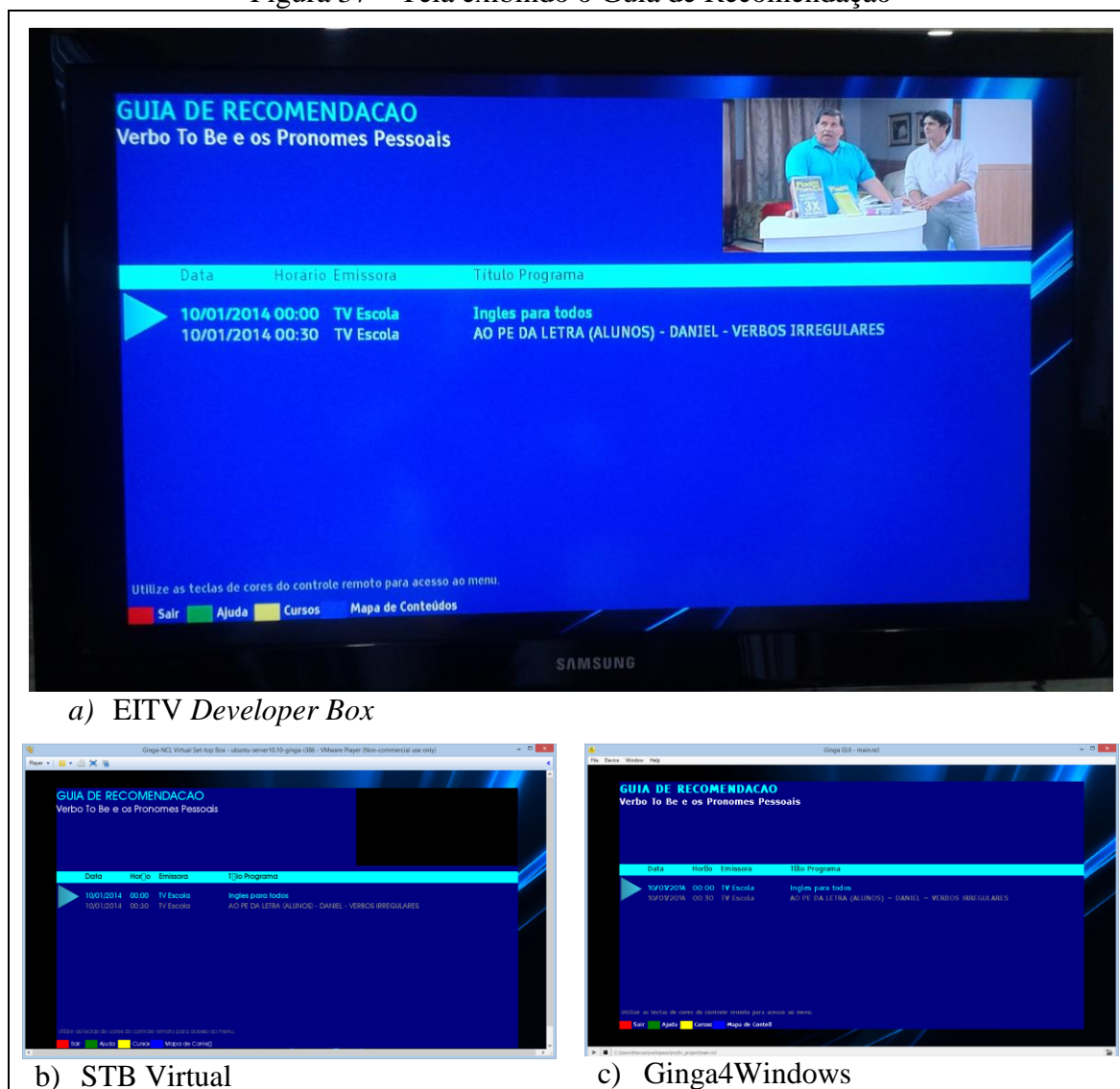
c) Ginga4Windows

A opção Guia de Recomendação é acionada por meio do menu de cores na tela de exibição do MC (ver Figura 34). Este guia exibe na tela todos os programas disponíveis na grade de programação e que possuem alguma relação com o MC exibido. No exemplo utilizado o resultado retornado pelo Guia de Recomendação pode ser visto na Figura 37, onde foram retornados dois programas da TV Escola. Como não foi possível ter acesso aos

dados do EPG transmitido pelas emissoras, foi preciso criar um arquivo local com todos os dados necessários para simular o funcionamento. Os dados da programação televisiva foram conseguidos por meio dos sítios *Web* das diversas emissoras.

Figura 37 – Tela exibindo o Guia de Recomendação

a) EITV *Developer Box*

b) STB Virtual

c) Ginga4Windows

Caso o telespectador/aluno queira visualizar a sinopse de algum dos programas retornados, é preciso apenas que ele selecione o programa de seu interesse por meio da tecla "Enter/OK" do controle remoto.

Outra opção bastante útil é a funcionalidade "Pesquisar Cursos". Ela está disponível no menu de cores da tela principal (ver Figura 33) e permite que o telespectador pesquise outros cursos/disciplinas de seu interesse em um ROA de OBA-MC remoto

(desde que o receptor tenha acesso à Internet). A Figura 38 exibe a tela de pesquisa de cursos/disciplinas.

Observe ainda na Figura 38 que o telespectador/aluno deve digitar um texto de pesquisa utilizando as teclas numéricas do controle remoto. Para ajudar nesta tarefa, uma imagem com o mapeamento de letras é exibida na tela. Quando a opção “Buscar” for acionada (tecla azul do menu de cores), será apresentada uma lista contendo os títulos dos cursos/disciplinas encontrados no ROA de OBA-MC. Caso algum deles seja selecionado, o arquivo OBA-MC XML correspondente é recuperado pela Internet e seu MC é exibido.

Figura 38 – Tela de pesquisa de cursos/disciplinas no ROA de OBA-MC

a) EITV *Developer Box*

b) STB Virtual

c) Ginga4Windows

4.3 RESUMO COMPARATIVO ENTRE OS AMBIENTES DE EXECUÇÃO

O Quadro 4 apresenta a síntese das observações realizadas durante a execução da aplicação MCD-TV nos três ambientes testados.

Quadro 4 – Comparação dos ambientes de execução

ÍTEM	**Developer Box**	**Virtual STB**	**Ginga4Win**
Ambiente de programação disponível	Ginga-J + Ginga-NCL	Ginga-NCL	Ginga-NCL
Memória disponível para aplicação	≈20MBytes	500MBytes	4GBytes
Instala a aplicação via rede?	Sim	Sim	Não
Gera *log* para análise?	Sim	Sim	Sim
Utiliza canal de retorno?	Sim	Sim	Sim
Apresenta a programação atual das emissoras?	Sim	Não	Não
Permite uso de IPTV?	Sim	Não	Não
Possibilita acesso ao EPG?	Não	Indeterminado	Indeterminado
Exibe corretamente textos acentuados em Português (ISO-8859-1)?	Sim	Não	Não
Apresenta corretamente os elementos gráficos (linhas, retângulos, etc.)?	Sim	Sim	Não
Trata corretamente as operações de entradas realizadas pelo usuário?	Sim	Sim	Sim
Permite o uso de controle remoto real?	Sim	Não	Não
Permite o uso de controle remoto virtual?	Sim	Sim	Sim
Termina a execução da aplicação sem motivos aparentes?	Não	Não	Sim
Existe alguma funcionalidade da aplicação incompatível com o ambiente?	Não	Não	Não

Analisando as informações disponíveis no Quadro 4, percebe-se que o EITV *Developer Box* é o ambiente que oferece o maior número de vantagens para utilização da aplicação interativa MCD-TV. Embora o Virtual STB também seja uma excelente opção

para ser utilizada na fase de testes ou quando a presença de um *set-top box* real não é possível.

4.4 VANTAGENS E CONTRIBUIÇÕES DA APLICAÇÃO MCD-TV

A tecnologia de TV Digital proporciona ganhos bem maiores que apenas melhoria de som e imagem. Ela possibilita a promoção de uma verdadeira inclusão digital, permitindo a utilização de diversos serviços, educação e acesso à informação. Mas para que esta melhoria seja algo real no dia-a-dia das pessoas, os programas televisivos, principalmente os educativos, precisam de uma nova estrutura, onde se faça uso de produções audiovisuais apoiadas por aplicações interativas, tudo com o objetivo de ampliar os resultados obtidos no processo de ensino-aprendizagem.

Neste contexto, as principais contribuições da aplicação MCD-TV para programas educativos televisivos são:

- Aderência total aos objetivos de programas televisivos educativos;
- Utilização de teorias pedagógicas consolidadas (Aprendizagem Significativa e Taxonomia de Bloom) no ambiente de TVDi;
- Adaptação de pacotes OBA-MC para o ambiente de TVDi;
- Padronização e definição da descrição de pacotes OBA-MC com a utilização de XML *Schema* (OBA-MC XML);
- Apresentação dos conteúdos abordados pelos programas de uma forma mais significativa para o telespectador/aluno por meio da exibição de Mapa de Conteúdos;
- Maior clareza na apresentação dos Objetivos Educacionais por meio de Mapa de Dependências;
- Desenvolvimento de *Web Service* para recuperação de cursos/disciplinas extras em Repositório de Objeto de Aprendizagem remoto;
- Sistema de recomendação de programação televisiva extra para ampliação do universo de aprendizado; e
- Criação de recomendação para apresentação de Mapa de Conteúdos (navegação) e para Mapa de Dependências (*layout*) em ambiente de TVDi.

4.5 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou as configurações iniciais necessárias para a perfeita utilização da aplicação MCD-TV e os resultados obtidos com sua execução em três ambientes de testes distintos. Observou-se a conformidade do *layout* final da aplicação aos protótipos de telas construídos na fase de projeto, assim como a lista de funcionalidades disponibilizadas.

Embora a aplicação possa ser executada em qualquer ambiente Ginga-NCL, os testes mostraram que ela possui melhor desempenho em um *set-top box* real, como no EITV *Developer Box* utilizado durante o desenvolvimento do trabalho.

No próximo capítulo, serão apresentadas as conclusões e as perspectivas de trabalhos futuros.

5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O atual avanço tecnológico da televisão, com a digitalização do sinal e a adição de aplicações interativas que permitem que os telespectadores tenham acesso a novas experiências e serviços, somando-se a quase totalidade de presença nos lares brasileiros, tem despertado cada vez mais o interesse de pesquisadores da educação massiva mediada pela TV. Uma das causas principais é a possibilidade de ruptura do modelo passivo utilizado no sistema de TV analógica por um modelo onde os telespectadores/alunos tornam-se agentes ativos do processo de ensino-aprendizagem.

Desta forma, este trabalho busca colaborar para melhoria do processo de ensino-aprendizagem mediado pela TV, por meio do desenvolvimento da aplicação interativa MCD-TV, que traz uma série de contribuições relevantes, como: especificação e mapeamento XML de pacotes OBA-MC para o ambiente de TV Digital; habilitação da construção de Mapas de Conteúdos e Dependência sob demanda; exibição de lista com a programação televisiva relacionada ao conteúdo estudado; além de recomendações de usabilidade para exibição de mapas (MC e MD) no ambiente de TVDi.

A arquitetura proposta apresenta, portanto, um ambiente bem diferente do utilizado na TV analógica, pois traz o poder da interatividade como forma de incrementar o processo de ensino-aprendizagem, permitindo que alunos e professores tenham acesso, de forma clara e simplificada, a conteúdos mais significativos por meio de uma melhor relação entre os conteúdos apresentados na TV, os recursos pedagógicos disponibilizados e as expectativas do professor.

O próprio desenvolvimento da aplicação também se mostra como uma contribuição relevante, visto que incrementa o número de aplicações Ginga-NCL disponíveis e emprega recursos que vão bem além da simples apresentação de mídias de áudio e vídeos com uma interatividade simples. Mas por outro lado, este mesmo desenvolvimento revelou algumas fragilidades do *middleware* Ginga, principalmente no quesito de completa implementação da norma do SBTVD-T e liberação de *releases.*

Embora estas limitações tecnológicas tenham eventualmente atrapalhado alguns aspectos do protótipo, como a manipulação direta da grade de programação (EPG), a edição de página NCL em tempo de execução e a captura de eventos pelo nome; elas não impediram que a aplicação MCD-TV apresentasse um desempenho satisfatório.

De forma geral, este trabalho contribui para que o telespectador/aluno tenha uma melhoria significativa no processo de ensino-aprendizagem mediado pela TV; maior autonomia e expansão de seu aprendizado; além de promover a disseminação de aplicações educativas para o ambiente de TVDi, exercendo assim, um papel social de grande importância.

5.1 PUBLICAÇÕES

Esta dissertação proporcionou algumas publicações, tais como:

1. LIMA, M. V. de A.; MARQUES, C. K. M.; LIMA, R. W.; CHAVES, J. O. M.; SILVA, T. R.; FERREIRA, K. H. A. MCD-TV: aprendizagem significativa com objeto de aprendizagem OBA-MC na TV Digital. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA (ESUD), 10, 2013, Belém, Brasil.

2. LIMA, M. V. de A.; MARQUES, C. K. M.; LIMA, R. W.; CHAVES, J. O. M.; SILVA, T. R.; FERREIRA, K. H. A. Ampliando o aprendizado na TV Digital com MCD-TV e Ginga. **RENOTE**. Revista Novas Tecnologias na Educação, v.11, p.1-11, 2013.

3. LIMA, M. V. de A.; MARQUES, C. K. M.; LIMA, R. W.; CHAVES, J. O. M.; FERREIRA, K. H. A.; SILVA, T. R. Disponibilizando objeto de aprendizagem OBA-MC e seus recursos na TV Digital com Web Service. In: CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA DE OBJETOS E TECNOLOGIAS DE APRENDIZAGEM (LACLO), 8, 2013, Valdivia, Chile. Octavas Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje - Memorias. Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2013. p.350 – 355

4. LIMA, M. V. de A.; MARQUES, C. K. M.; LIMA, R. W.; CHAVES, J. O. M.; FERREIRA, K. H. A.; SILVA, T. R. Facilitando o aprendizado na TV Digital Interativa com a utilização de mapa de conteúdos, mapas de dependências e recomendação de programas educativos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 24, 2013, Campinas, Brasil. Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2013). Porto Alegre-RS: Sociedade Brasileira de Computação (SBC), 2013. p.42-51

5. LIMA, M. V. de A.; MARQUES, C. K. M.; LIMA, R. W.; CHAVES, J. O. M.; FERREIRA, K. H. A. Utilizando módulo de recomendação em programas educativos na TV Digital. In: ESCOLA POTIGUAR DE COMPUTAÇÃO E SUAS APLICAÇÕES (EPOCA), 6, 2013, Mossoró, Brasil. Anais da VI Escola Potiguar de Computação e suas Aplicações, 2013. p.210-215

6. LIMA, M. V. de A.; MARQUES, C. K. M.; LIMA, R. W.; CHAVES, J. O. M.; FERREIRA, K. H. A.; FACANHA, A. R. Recomendando conteúdos extras para programas educativos na TV Digital. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (TISE), 18, 2013, Porto Alegre, Brasil. Nuevas Ideas en Informática Educativa. , 2013. v.9. p.519 - 522

5.2 TRABALHOS FUTUROS

A aplicação desenvolvida encontra-se apenas em sua primeira versão. Faz-se necessário um maior número de testes e a utilização da aplicação em uma emissora de TV real, para verificar sua aderência às atividades envolvidas no processo de transmissão digital, além de análise aprofundada de sua utilização pela comunidade para validar a usabilidade e/ou realizar melhorias e ajustes.

Sendo assim, as possíveis linhas de estudo para a contribuição ou o aprimoramento deste trabalho são apresentadas a seguir:

- Desenvolver ferramenta para emissora de TV a fim de facilitar o trabalho de construção de pacote da aplicação MCD-TV, com inclusão automática de cursos/disciplinas e a realização de configurações;

- Adicionar na aplicação MCD-TV um canal de comunicação entre o telespectador e o responsável pelo curso/disciplina;
- Habilitar na aplicação MCD-TV a exibição dos recursos educacionais mais utilizados (arquivos MS Word, Adobe Acrobat e PowerPoint);
- Permitir a recuperação automática de cursos/disciplinas no ROA que possuam alguma relação com o programa transmitido no momento;
- Ampliar a abrangência do EPG por meio da utilização de agentes inteligentes na *Web* especializados em identificar programação televisiva;
- Criar uma rede social de intercâmbio de conhecimento, onde professores e estudantes possam construir seus mapas e compartilhar conteúdos pelo próprio ambiente de TVDi; e
- Incorporar a possibilidade de utilização de segunda tela, transferindo a apresentação da aplicação da tela da TV para a tela de *smart phones*, *tablets*, etc.

REFERÊNCIAS*

ASSOCIAÇÂO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15603-1:** televisão digital terrestre – multiplexação e serviços de informação (SI) parte 1: SI do sistema de radiodifusão. Rio de Janeiro, 2007.

ATAÍDE, M. A. Novos tempos: educação a distância e a revolução da tecnologia na sociedade em rede. **Revista Vozes dos Vales da UFVJM**, Minas Gerais, ano 2, n. 3, 05/2013.

AUSUBEL, D. P. **Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo**. Trad. Roberto Helier Domínguez. Trillas: México, 1976.

BALABANOVIC, M., SHOHAM, Y. Fab: Content-Based, Collaborative Recommendation. **Communications of the ACM**, New York, v.40, n.3, p. 66-72, 1997.

BALDO, Y. P. et al. **O modelo de planejamento para desenvolvimento de curso a distância: a experiência do CEFETE-ES**. Instituto Federal Tecnológico do Espírito Santo, Campus Serra. Serra, ES: maio de 2008.

BASSO, A.; MILANESIO, M.; RUFFO, G. Events Discovery for Personal Video Recorders. In: PROCEEDINGS OF THE SEVENTH EUROPEAN CONFERENCE ON EUROPEAN INTERACTIVE TELEVISION CONFERENCE (EuroITV'09), 2009, Nova Iorque, DOI=10.1145/1542084.1542118.

BARBARÁ, F. N. **Aplicação Adaptativa de Guia Eletrônico utilizando o Ginga-NCL**. 2010. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

BBC. **Designing for Interactive Television v1.0.** Londres, 2006. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/guidelines/futuremedia/desed/itv/itv_design_v1_2006.pdf> Acesso em: 20 maio 2012.

BERKUN, S. **The Art of UI Prototyping**. 2000. Disponível em: <http://www.scottberkun.com/essays/essay12.htm>. Acesso em: 12 de out. 2012.

BLOIS, M. M. Educação a distancia via radio e TV educativas: questionamentos e inquietações. **Revista em Aberto**, Brasília, ano 16, n.70, abr/jun 1996.

BLOOM, B. S.; ENGELHART, M. D.; FURST, E. J.; HILL, W. H.; KRATHWOHL, D. R. **Taxonomia de objetivos educacionais: domínio cognitivo**. Globo: Porto Alegre, 1977.

* De acordo com: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de janeiro, 2002.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML:** guia do usuário. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

BRASIL. CASA CIVIL. Decreto n. 4.901, de 26 de novembro de 2003. Institui o Sistema Brasileiro de Televisão Digital, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 27 nov. 2003. Seção 1, p. 7.

_________. Decreto n. 5.820, de 29 de junho de 2006. Dispõe sobre a implantação do SBTVD-T, estabelece diretrizes para a transição do sistema de transmissão analógica para o sistema de transmissão digital do serviço de radiodifusão de sons e imagens e do serviço de retransmissão de televisão, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 jun. 2006. Seção 1, p. 51.

CHAPPELL, D.; JEWELL, T. **Java Web Services**, O'Relly, 2002. 276p.

COULOURIS, G.; DOLLIMORE, J.; KINDBERG, T. **Distributed Systems:** concepts and design. 5. Edição. Boston: Pearson Higher, 2011. 1008 p.

CPQD. **Cartilha de Recomendações de Usabilidade para Aplicações em TVDi v1.0**. 2012. Disponível em: <www.cpqd.com.br>. Acesso em: 17 maio 2012.

CURRY, A. Interactive Marketing. **Palgrave Macmilan**, UK, v.3, n.2, Outubro/Dezembro 2001, p.128-140.

DTV. **Site Oficial da TV Digital**. Disponível em: <http://www.dtv.org.br/>. Acesso em 20 de ago de 2013.

EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO. Brasil 4D: estudo de impacto socioeconômico sobre a TV digital pública interativa. In: IV FÓRUM INTERNACIONAL DE MÍDIAS PÚBLICAS, Brasília, 2013.

EITV. **TV digital interativa:** uma abordagem dos novos desafios para as instituições de PD&I. 2009. Disponível em: <http://www.cnptia.embrapa.br/infodigital/palestras/rodrigo_interatividade.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2012.

ENGELBERG, D.; SEFFAH, A. A Framework for Rapid Mid–Fidelity Prototyping of Web Sites. In: COMPUTER CONGRESS: USABILITY: GAINING A COMPETITIVE EDGE (IFIP), 17, Québec, 2002, p. 203–215.

FERREIRA, S. L. A educação na era da TV digital: interfaces e conexões. **Revista Educação Temática Digital (ETD)**, Campinas, v.12, n.esp., p.343-364, mar 2011.

FÓRUM SBTVD. **Fórum do Sistema Brasileiro TV Digital Terrestre**. Disponível em: <http://www.forumsbtvd.org.br/>. Acesso em: 11 de jun. 2012.

GINGA. **Official Site of Ginga Middleware**. Disponível em: <http://www.ginga.org.br/>. Acesso: 11 de jun. 2012.

GUPTA, M.; HUTTEMANN, K. Education with iTV. In: EUROPEAN CONFERENCE ON INTERACTIVE TELEVISION (EuroITV'03), 2003, [S.I], p. 111-112.

IERUSALIMSCHY, R. **Programming in Lua**. 3 ed. Lua.org, 2013. ISBN: 859037985X

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELETRONICS ENGINEERS. **Learning Object Metadata**. Disponível em: <http://www.ieeeltsc.org/>. Acesso em 10 de set de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios:** síntese de indicadores 2011. Disponível em: <http://loja.ibge.gov.br/pnad-2011-sintese-dos-indicadores.html>. Acesso em: 10 de mar. 2013.

INSTITUTO EUVALDO LODI. **TV digital:** qualidade e interatividade. IEL/NC: Brasília, 2007. Disponível em: <http://eniopadilha.com.br/documentos/tv_digital_web.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2012.

KENSKI, V. M. **Tecnologias do ensino presencial e à distância**. São Paulo: Papirus, 2008.

LIMA, M. V. A; et al. MCD-TV: aprendizagem significativa com objeto de aprendizagem OBA-MC na TV digital. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA (ESUD 2013), 10, 2013, Belém, Brasil.

___________. Disponibilizando Objeto de Aprendizagem OBA-MC e seus Recursos na TV Digital com Web Service. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE OBJETOS E TECNOLOGIAS DE APRENDIZAGEM (LACLO 2013), 8, 2013, Valdivia, Chile.

___________. Ampliando o Aprendizado na TV Digital com MCD-TV e Ginga. In: CICLO DE PALESTRAS DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (CPNTE 2013), 21, 2013, Porto Alegre, Brasil.

___________. Recomendando Conteúdos Extras para Programas Educativos na TV Digital. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (TISE 2013), 18, 2013, Porto Alegre, Brasil.

LIMA, R. W. **Mapa de Conteúdos e Mapa de Dependências: ferramentas pedagógicas para uma metodologia de planejamento baseada em objetivos educacionais e sua implementação em um ambiente virtual de aprendizagem**. 2009. 106 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

LYTRAS, M.; LOUGOS, C.; CHOZOS, P.; POULOUDI, A. Interactive television and e-learning convergence: examining the potential of t-Learning. In: EUROPEAN CONFERENCE ON E-LEARNING, [S.I], 2002.

MARTINS, J. C. C. **Gerenciando Projetos de Desenvolvimento de Software com PMI, RUP e UML**. 4. Edição. Rio de Janeiro: Brasport, 2007. 325 p.

MASIE, E. et al. **The Computer Training Handbook: strategies for helping people to learn technology**. Saratoga Springs: The Masie Center. 1999.

MASIE, E. E-learning com e de experiência. **Revista TI Master**, Online 1999. Disponível em: <http://www.timaster.com.br/revista/artigos/main_artigo.asp?codigo=38>. Acesso em: 03 set. 2013.

MOORE, M. G.; KEARSLEY, G. **Educação a distância: uma visão integrada**. Traduzido por Roberto Galman. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MORAES NETO, M. A.; CARDOSO, D. S.; SOUZA, C. T.; CORTÉS, M. I. Abordagem combinada para recomendação personalizada utilizando o guia de programação eletrônico. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO (CSBC), 30, 2010, Belo Horizonte.

NIELSEN, J. **10 Usability Heuristics for User Interface Design.** Online 1995. Disponível em: <http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>. Acesso em: 12 de out. 2012.

NORMAN, D. A. **Design emocional:** por que adoramos (ou detestamos) os objetos do dia-a-dia. Rio de Janeiro: Rocco, 2008.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. **The theory undelying concept maps and how to construct them.** Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida: Institute for Human and Machine Cognition, 2008. Disponível em: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>. Acesso em: 12 out. 2012.

THE PHP GROUP. **PHP:** Hypertext Preprocessor. Disponível em: <http://www.php.net/>. Acesso em: 08 de jan. de 2013.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software**. 6. ed. Tradução de Rosângela Dellonso Penteado. São Paulo: McGraw Hill, 2006. Título original: *Software engineering*.

PRETTO, N. de L.; FERREIRA, S. de L. Possibilidades interativas do sistema brasileiro de televisão digital terrestre. In: ENCONTRO DA ULEPICC-BRASIL, 1, 2006, Niterói.

RUDD, J., STERN, K., ISENSEE, S. **Low vs. High-fidelity Prototyping Debate**. Interactions, Vol.3, Nº 1, Jan. 1996.

SANT'ANNA, F; SOARES NETO, C. de S.; BARBOSA, S. D. J.; SOARES, L. F. G. **Nested Context Language 3.0** – aplicações declarativas NCL com objetos NCLua imperativos embutidos. 34 f. Monografia (Ciência da Computação) – Laboratório TeleMídia, Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

SARAIVA, T. Educação a Distância no Brasil: lições históricas. **Revista em Aberto**, Brasília, ano 16, n.70, abr/jun 1996. Disponível em: <http://www.emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/1048/950>. Acesso em: 15 de out. 2012.

SILVA, A. M. R; VIDEIRA, C. A. E. **UML, Metodologias e Ferramentas CASE**. Porto: Centro Atlântico.

SILVA FILHO, M. C; GONDIM, P. R. de L. NCLua SOAP: Acesso a Web Services em aplicações de TVDi. In: WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO APLICADA EM GOVERNO ELETRÔNICO (WCGE), 2011, Florianópolis, Brasil. Disponível em: <https://www4.serpro.gov.br/wcge2011/artigos-selecionados>. Acesso em: 12 de out. 2012.

SILVA, M. das G. P. **Implementação de um Repositório para o Objeto de Aprendizagem OBA-MC**. 50 f. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Faculdade de Ciências Exatas e Naturais, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2013.

SILVA, M. Internet na Escola e Inclusão. In: ALMEIDA, M. E. B; MORAN, J. M. (Org.). **Integração das Tecnologias na Educação**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação a Distância, Brasília: 2005. p. 62-69.

SILVA, T. R. et al. OBA-MC: um modelo de Objeto de Aprendizagem centrado no processo de ensino-aprendizagem utilizando o padrão SCORM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE 2012), 23, 2012, Rio de Janeiro.

SMYTH, B.; COTTER, P. Personalized Electronic Program Guides for Digital TV. **Artificial Inteligence Magazine**, [S.I.]., v. 22, n. 2, p. 89-98, Summer/2001.

SOARES, L. F. G.; BARBOSA, S. D. J. **Programando em NCL 3.0:** desenvolvimento de aplicações para o middleware Ginga, Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2009.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 6 ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003.

____________. **Engenharia de software**. 8 ed. São Paulo: Pearson Addison – Wesley: 2007.

W3SCHOOLS, **SOAP Tutorial**, Disponível em: <http://www.w3schools.com/soap/>. Acesso em: 12 de out. 2012.

WAISMAN, T. **Usabilidade em serviços educacionais em ambiente de TV digital.** 216 f. Tese (Doutorado em Ciências da Comunicação) – Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

ZHAO, L. Interactive Television in Distance Education: benefits and compromises. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TECHNOLOGY AND SOCIETY (ISTAS’02), [S.I], 2002, p. 255-261.

APÊNDICE A – ESCOPO DO PROJETO MCD-TV

Nome do Projeto: Mapas de Conteúdos e Dependências na TV (MCD-TV)
Nome do Responsável: Marcos Vinicius de Andrade Lima

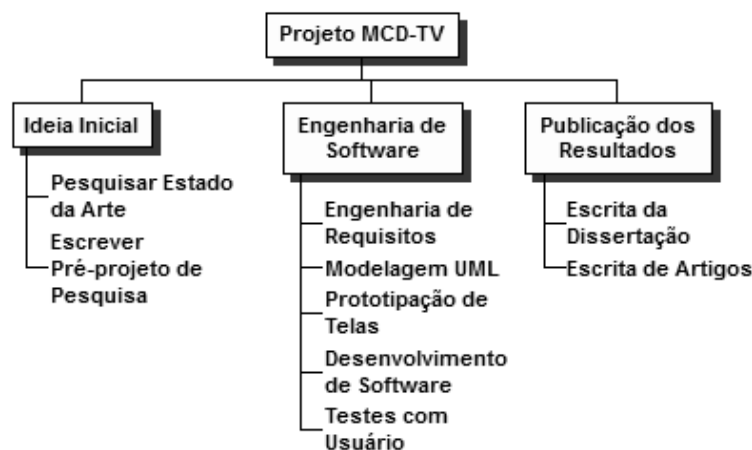
a. Justificativa:
A crescente popularização da TV ao longo dos anos fez surgir diversas iniciativas de caráter educativo como forma de levar educação em massa a milhares de pessoas. Entretanto, mesmo com a evolução das TICs e operacionalização da TV Digital, os programas educativos continuaram utilizando o mesmo modelo adotado na TV Analógica. Tornam-se necessárias, portanto, a realização de pesquisas e o desenvolvimento de aplicações interativas no intuito de contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem no ambiente de TVDi.

b. Descrição do Produto do Projeto:
O projeto deve prover uma investigação científica sobre as possíveis deficiências existentes nos atuais programas educativos televisivos e como estes problemas poderiam ser sanados por meio da utilização de aplicação interativa para o SBTVD, tendo como base teorias pedagógicas consolidadas. Questionar os resultados obtidos ao final do projeto a fim de verificar a eficácia da aplicação proposta. Produzir texto dissertativo sobre a pesquisa, divulgar o trabalho em periódicos e eventos científicos nacionais e internacionais.

c. Designação do Gerente do Projeto:
O papel de gerente do projeto será exercido pela professora Carla Katarina M. Marques em conjunto com o professor Rommel Wladimir de Lima, no qual possuem plenos poderes para alteração do escopo, modificação ou exclusão de qualquer parte do texto dissertativo.

d. Premissas e Restrições para o Projeto:

Premissas	Restrições
• **Tema da dissertação definido;** • **Disponibilidade de material para pesquisa;** • **Ter acesso a equipamentos e ferramentas necessárias;** • **Possuir pessoal qualificado para verificação do texto dissertativo.**	• Acompanhamento constante sobre o avanço da pesquisa; • Seguir cronograma estabelecido; • Apresentar a defesa da dissertação até fev/2014.

e. EAP

APÊNDICE B – ECUs DA APLICAÇÃO MCD-TV

DCU01 – LISTAR CURSOS/DISCIPLINAS	
Ator(es):	Telespectador
Pré-condições:	Televisão Interativa com Ginga
Ponto de Extensão:	DCU03 – Visualizar MC DCU04 – Pesquisar Cursos/Disciplinas
Ponto de Inclusão:	DCU02 – Receber Cursos/Disciplinas
FLUXO PRINCIPAL	
1. O sistema apresenta a tela com as opções disponíveis. 2. O caso de uso DCU02 é incluído. 3. O sistema lista os cursos/disciplinas disponíveis. 4. O telespectador seleciona um curso/disciplina ou pressiona alguma das teclas de opções disponíveis. 5. O sistema retorna para o passo 1.	
FLUXO ALTERNATIVO (4): VISUALIZAR MC	
a) Se o usuário selecionar um curso/disciplina, o sistema estende para o caso de uso DCUS03. b) Se o usuário selecionar a opção “sair” o caso de uso termina. c) Se o usuário selecionar a opção “pesquisar”, o sistema estende para o caso de uso DCU04.	
Pós-condições:	Uma lista de cursos/disciplinas é apresentada.

DCU02 – RECEBER CURSOS/DISCIPLINAS	
Ator(es):	Emissora TV
Pré-condições:	Não se Aplica
Ponto de Extensão:	Não se Aplica
Ponto de Inclusão:	Não se Aplica
FLUXO PRINCIPAL	
1. A emissora TV transmite os arquivos OBA-MC XML dos diversos/cursos e disciplinas. 2. O sistema ler os cursos/disciplinas transmitidos pela emissora TV. 3. O sistema formata as informações e prepara lista de cursos/disciplinas. 4. O caso de uso finaliza.	
Pós-condições:	Uma lista contendo os cursos/disciplinas é criada.

DCU03 – VISUALIZAR MC	
Ator(es):	Telespectador
Pré-condições:	Não se Aplica
Ponto de Extensão:	DCU07 – Visualizar pEPG
Ponto de Inclusão:	DCU05 – Acessar Objetivo Educacional
FLUXO PRINCIPAL	
1. O sistema apresenta o MC do curso/disciplina que foi selecionado. 2. O telespectador seleciona um conteúdo ou pressiona alguma das teclas de opções disponíveis. 3. O sistema retorna para o passo 1.	
FLUXO ALTERNATIVO (4): VISUALIZAR MC	
a) Se o usuário selecionar um conteúdo, o sistema estende para o caso de uso DCUS05. b) Se o usuário selecionar a opção “início” ou “voltar”, o sistema vai para o caso de uso DCU01. c) Se o usuário selecionar a opção “programação recomendada”, o sistema estende para o caso de uso DCU07.	
Pós-condições:	Um mapa de conteúdos é apresentado na tela ou alguma das opções disponíveis pelas teclas do controle remoto é executada

DCU04 – PESQUISAR CURSOS/DISCIPLINAS	
Ator(es):	Telespectador WS MCD-TV
Pré-condições:	Conexão com a Internet
Ponto de Extensão:	Não se Aplica
Ponto de Inclusão:	Não se Aplica
FLUXO PRINCIPAL	
1. O telespectador informa o texto da pesquisa. 2. O sistema envia o texto para o WS MCD-TV. 3. O WS MCD-TV devolve os resultados da pesquisa. 4. O sistema apresenta os resultados. 5. O caso de uso termina.	
Pós-condições:	Nenhum ou vários resultados da pesquisa são apresentados na tela.

DCU05 – ACESSAR OBJETIVO EDUCACIONAL	
Ator(es):	Telespectador
Pré-condições:	Não se Aplica
Ponto de Extensão:	DCU06 – Visualizar MD
Ponto de Inclusão:	Não se Aplica
FLUXO PRINCIPAL	
1. O sistema lista os OEs do conteúdo que foi selecionado. 2. O telespectador seleciona um OE ou pressiona alguma das teclas de opções disponíveis. 3. O sistema retorna para o passo 1.	
FLUXO ALTERNATIVO (2): VISUALIZAR MD	
a) Se o usuário selecionar um OE, o sistema estende para o caso de uso DCUS06. b) Se o usuário selecionar a opção “início”, o sistema vai para o caso de uso DCU01. c) Se o usuário selecionar a opção “voltar”, o sistema vai para o caso de uso DCU03. d) Se o usuário selecionar a opção “programação recomendada”, o sistema vai para o caso de uso DCU07.	
Pós-condições:	Uma lista com os OEs é exibida na tela.

DCU06 – VISUALIZAR MD	
Ator(es):	Telespectador
Pré-condições:	Não se Aplica
Ponto de Extensão:	Não se Aplica
Ponto de Inclusão:	Não se Aplica
FLUXO PRINCIPAL	
1. O sistema apresenta o MD do OE que foi selecionado. 2. O telespectador seleciona pressiona alguma das teclas de opções disponíveis. 3. O sistema retorna para o passo 1.	
FLUXO ALTERNATIVO (2): VISUALIZAR MC	
a) Se o usuário selecionar a opção “início” o sistema vai para o caso de uso DCU01. b) Se o usuário selecionar a opção “voltar” o sistema vai para o caso de uso DCU05. c) Se o usuário selecionar a opção “programação recomendada”, o sistema vai para o caso de uso DCU07.	
Pós-condições:	Um mapa de dependências é apresentado na tela ou alguma das opções disponíveis pelas teclas do controle remoto é executada

DCU07 – VISUALIZAR pEPG	
Ator(es):	Telespectador
Pré-condições:	Disponibilidade de Tabelas EIT
Ponto de Extensão:	Não se Aplica
Ponto de Inclusão:	DCU08 – Recomendar Programação Extra
FLUXO PRINCIPAL	
1. O sistema inclui o caso de uso DCU08 2. O sistema apresenta a programação recomendada para o curso/disciplina. 3. O telespectador seleciona alguma das teclas de opções disponíveis. 4. O sistema retorna para o passo 1.	
FLUXO ALTERNATIVO (4): VISUALIZAR MC	
a) Se o usuário selecionar a opção “início”, o sistema vai para o caso de uso DCU01. b) Se o usuário selecionar a opção “voltar”, o sistema vai para o caso de uso DCU03.	
Pós-condições:	Nenhuma ou alguma programação recomendada é exibida na tela.

DCU08 – RECOMENDAR PROGRAMAÇÃO EXTRA	
Ator(es):	Sistema
Pré-condições:	Disponibilidade de Tabelas EIT
Ponto de Extensão:	Não se Aplica
Ponto de Inclusão:	Não se Aplica
FLUXO PRINCIPAL	
1. O sistema ler os metadados das tabelas EIT e do OBA-MC XML. 2. O sistema realiza busca aproximativa. 3. O sistema retorna a lista da programação recomendada. 4. O caso de uso termina.	
Pós-condições:	Uma lista com a programação recomendada é gerada.

APÊNDICE C – ECUs DO WS MCD-TV

DCU01 – RECEBER CURSOS/DISCIPLINAS	
Ator(es):	Cliente WS ROA
Pré-condições:	Não se Aplica
Ponto de Extensão:	Não se Aplica
Ponto de Inclusão:	DCU02 – Receber OBA-MC DCU05 – Preparar OBA-MC XML
FLUXO PRINCIPAL	
1. O cliente WS informa o identificador do curso/disciplina. 2. O sistema inclui o caso de uso DCU02. 3. O sistema inclui o caso de uso DCU05. 4. O sistema retorna para o cliente WS um arquivo do tipo OBA-MC XML contendo o curso/disciplina.	
Pós-condições:	Um arquivo do tipo OBA-MC XML é enviado para o cliente WS.

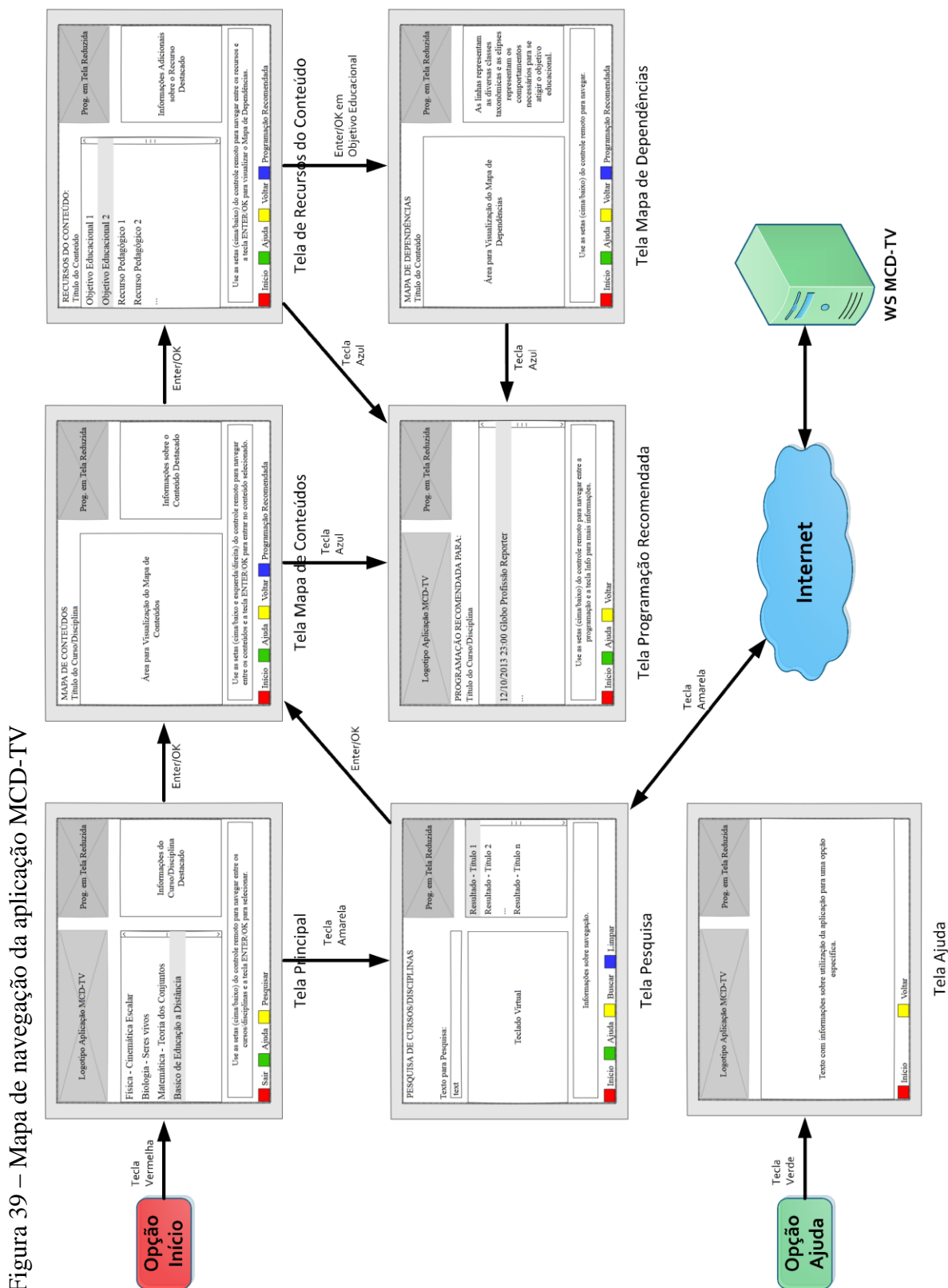
DCU02 – RECEBER OBA-MC	
Ator(es):	Cliente WS ROA
Pré-condições:	Não se Aplica
Ponto de Extensão:	Não se Aplica
Ponto de Inclusão:	Não se Aplica
FLUXO PRINCIPAL	
1. O sistema recebe o identificador do OBA-MC e acessa o ROA. 2. O ROA devolve para o sistema o pacote OBA-MC correspondente. 3. O caso de uso termina.	
Pós-condições:	Um pacote OBA-MC é retornado.

DCU03 – PESQUISAR CURSOS/DISCIPLINAS	
Ator(es):	Cliente WS
Pré-condições:	Não se Aplica
Ponto de Extensão:	Não se Aplica
Ponto de Inclusão:	CDU04 – Pesquisar ROA de OBA-MC
FLUXO PRINCIPAL	
1. O cliente WS informa o texto da pesquisa. 2. O sistema inclui o caso de uso CDU04. 3. O sistema retorna uma lista de cursos/disciplinas. 4. O sistema apresenta os resultados. 5. O caso de uso termina.	
Pós-condições:	Uma lista com os resultados da pesquisa é retornada.

DCU04 – PESQUISAR ROA DE OBA-MC	
Ator(es):	Sistema ROA
Pré-condições:	Não se Aplica
Ponto de Extensão:	Não se Aplica
Ponto de Inclusão:	Não se Aplica
FLUXO PRINCIPAL	
1. O sistema informa o texto de busca ao ROA. 2. O ROA retorna uma lista com os cursos/disciplinas encontrados. 3. O caso de uso termina.	
Pós-condições:	Uma lista com os resultados da pesquisa é retornada.

DCU05 – PREPARAR OBA-MC XML	
Ator(es):	Sistema
Pré-condições:	Não se Aplica
Ponto de Extensão:	Não se Aplica
Ponto de Inclusão:	Não se Aplica
FLUXO PRINCIPAL	
1. O sistema ler o pacote OBA-MC 2. O sistema constrói o arquivo OBA-MC XML. 3. O sistema verifica se o arquivo OBA-MC XML está OK. 4. O sistema retorna o arquivo OBA-MC XML.	
Pós-condições:	Um arquivo do tipo OBA-MC XML é retornado.

APÊNDICE D – MAPA DE NAVEGAÇÃO

Figura 39 – Mapa de navegação da aplicação MCD-TV

ANEXO A – RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA TVDi

Quadro 5 – Recomendações Gerais para Projetos de Aplicações de TVDi

ASPECTO DE USABILIDADE	RECOMENDAÇÃO
Navegação	Apresentar um elemento focado em todas as telas, exceto quando for apresentado apenas texto informativo (como no caso de ajuda);
	Deixar explícita a localização do foco;
	Possibilitar, em todas as telas, um caminho para interromper a tarefa em curso;
	Possibilitar, em todas as telas, um caminho para sair da aplicação;
	Disponibilizar a navegação numérica sempre que possível;
	Considerar que, para interagir com a aplicação, o usuário contará apenas com o controle remoto, que possui 10 teclas numéricas, 4 teclas direcionais, 4 teclas coloridas e 1 tecla de confirmação;
	Utilizar a diretiva de que, em geral, as setas direcionais horizontais (direita/esquerda) indicam paginação e as setas verticais (acima/abaixo) indicam rolagem de tela;
	Utilizar, no caso de paginação, as informações de uma página apresentadas em uma tela sendo totalmente substituídas pelas informações contidas na página seguinte;
	Utilizar, no caso de rolagem, as informações sendo apresentadas e substituídas gradualmente em frações.
Layout	Criar elementos gráficos que sejam autoexplicativos, não sendo necessárias instruções ou telas de ajuda para o usuário;
	Ter margens de segurança de 10% ao redor das telas. A aplicação deverá estar visível dentro da área de segurança na TV, ou seja, independentemente do modelo do aparelho de TV onde será apresentada, a borda da TV não deve ocultar parcial ou totalmente os elementos (imagem, ícone, texto, entre outros) da aplicação;
	Apresentar pouca quantidade de informações e elementos gráficos na tela para facilitar a memorização e o aprendizado;
	Utilizar, no caso de textos, cor e tamanho de fontes visíveis para o usuário a 2 metros de distância. As informações relevantes devem estar bem visíveis. Informações de relevância menor podem ter fontes menores;
	Apresentar os textos com fontes sem *serifa* e de tamanho de 18 pontos, no mínimo. Preferência por usar fontes de tamanho de 24 pontos;
	Apresentar, no máximo, duas colunas de texto;
	Utilizar, preferencialmente, textos com cor clara com fundo em cor escura;
	Utilizar, quando necessário, preferencialmente a paginação em detrimento da rolagem de tela;
	Evitar uso intenso de branco e vermelho;
	Evitar usar a mesma cor para o foco e para o fundo.
Feedback	Apresentar mensagens para o usuário em forma de janelas de diálogo;
	Apresentar mensagens ao final de uma confirmação ou cancelamento de uma tarefa;
	Utilizar textos curtos nas mensagens evitando ambiguidades;
	Utilizar cores neutras para que sejam esteticamente agradáveis em todas as aplicações desenvolvidas no escopo do Serviço Multiplataforma de TV Interativa (SMTVI);
	Utilizar ícones ou símbolos indicando se a mensagem resulta de uma ação bem sucedida ou de um erro/aviso;
	Utilizar um ícone indicando a tecla <OK> ou mesmo uma frase para que o usuário pressione qualquer tecla para ocultar a tela de mensagem;
	Sinalizar que o sistema está processando o pedido do usuário para não deixar a impressão de que o sistema caiu ou houve qualquer outro problema.

Fonte: CPqD (2012) – Quadro adaptado pelo autor.

ANEXO B – RECOMENDAÇÕES PARA T-LEARNING

Quadro 6 – Recomendações para Projetos de Aplicações *T-Learning* na TVDi

ASPECTO DE USABILIDADE	RECOMENDAÇÃO
Recomendações Gerais	Utilizar mecanismo para pausar e/ou cancelar a vocalização;
	Usar gramática apropriada e capitalização consistente para gerar uma comunicação clara entre a aplicação e o usuário. Devido ao público infantil, o uso de imagem junto ao texto facilita o entendimento das instruções na tela inicial;
	Utilizar vocabulário adequado para possibilitar o entendimento adequado das instruções;
	Utilizar legendas ou recursos de ajuda textual para que o usuário saiba quais as ações possíveis de serem executadas;
	Manter a consistência com o modelo de interação aprendido pelo usuário em toda a aplicação;
	Reduzir o número de passos para refazer a atividade. Limpar a palavra digitada erradamente após tentativa errada;
	Oferecer mecanismos para o usuário poder voltar para o nível imediatamente anterior;
	Facilitar a execução de tarefas de edição de texto devido ao uso do controle remoto. A funcionalidade <apagar> deveria apagar caractere a caractere. Para apagar a palavra toda, prover outra funcionalidade como <limpar campo>;
	Diferenciar graficamente o ícone da borracha (APAGAR) das demais figuras da tela de forma a enfatizar a sua funcionalidade;
	Utilizar figuras mais familiares ao público alvo de forma de tornar a aplicação atraente;
	Não utilizar vocabulário estrangeiro uma vez que é uma aplicação educacional para a língua portuguesa (exemplo: *waffle*);
	Fornecer vogais acentuadas e pontuação para estimular e fixar o aprendizado da língua portuguesa.
Botões	Mapear corretamente as funções do controle para as funções da aplicação, para evitar confusão do usuário.
Feedback	Fornecer *feedback* tanto visual quanto sonoro visando manter o caráter lúdico da aplicação;
	Prover frases curtas e objetivas variadas nos *feedbacks* de sucesso e insucesso de forma a entreter a criança no uso da aplicação;
	Adicionar *feedback* sonoro em complemento a vocalização, devido ao público infantil;
	Utilizar técnicas para reduzir o processamento e/ou carregamento de tela sempre levando em conta a regra dos oito segundos para TV. Principalmente para o público infantil, pode gerar impaciência e desmotivação no uso;
	Utilizar mensagens vocalizadas mais claras de acordo com o contexto da aplicação;
	Utilizar mecanismos de *feedback* que permitam ao usuário saber o contexto atual da aplicação;
	Utilizar mecanismos para indicar ao usuário, de forma clara, qual a letra selecionada mesmo que não haja palavras cadastradas.
Navegação	Manter consistente o mapeamento dos botões de navegação do controle remoto com o *feedback* visual na tela;
	Diferenciar visualmente elementos navegáveis dos não navegáveis da interface por meio de cores e formato;
	Fornecer mecanismo de navegação circular que facilite a seleção de imagens e letras.

Fonte: CPqD (2012) – Quadro adaptado pelo autor.